سلسلة أمراض النبات

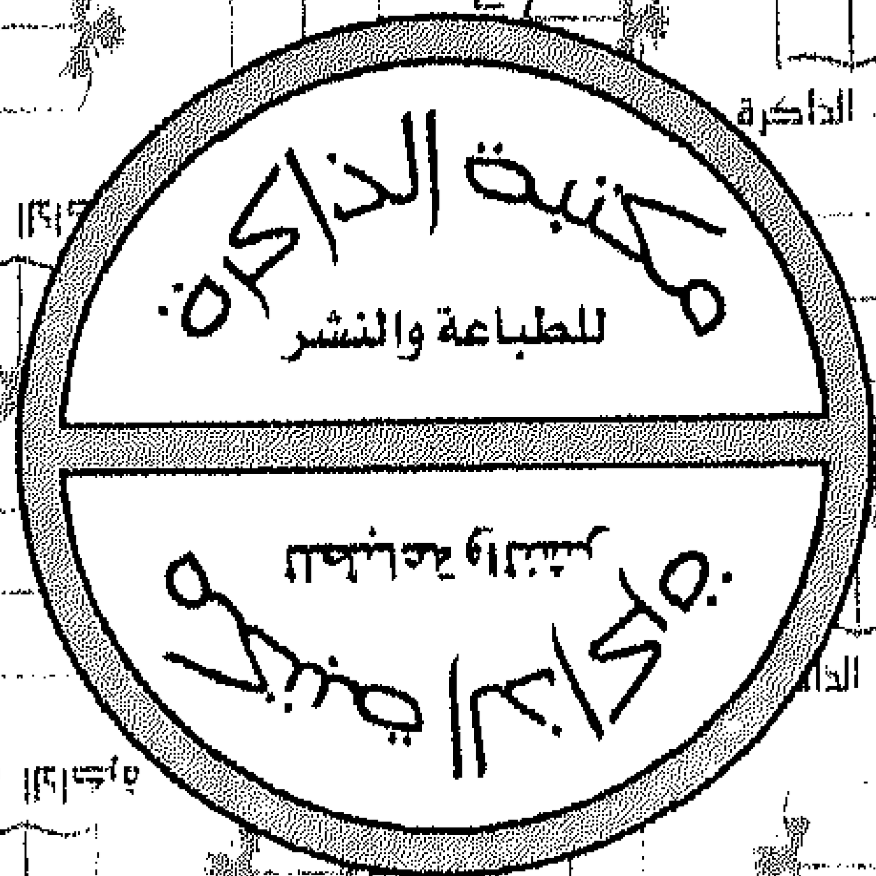
أمراض النبات النيماتودية والحيوانات الإبتدائية



الدكتور فياض محمد شريف

الذاكرة
للنشر والتوزيع


مكتبة الذاكرة
للطباعة والنشر


مكتبة الذاكرة
للطباعة والنشر

أمراض النبات النيماتودية

والحيوانات الابتدائية

الكتاب: أمراض النبات النيماتودية والحيوانات البدائية
المؤلف: فياض محمد شريف
عدد الصفحات: (٢٤٨) صفحة
رقم التصنيف: 635.0896965
رقم الإيداع لدى دار الكتب والوثائق: 1708 / 2011
الواصفات: / النيماتودا/ / أمراض النبات/ / امراض نيماتودا/ / الحيوانات الابتدائية/

الطبعة الأولى / ٢٠١٢

الناشر



العراق: بغداد - الأعظمية بجانب السفارة الهندية.
هاتف: ٤٢٥٩٩٨٧ / ٤٢٥٧٦٢٨ - نقال: ٠٧٨٠٠٧٤٠٧٢٨ / ٠٧٧٠٠٤٨٨٧٨٠
الأردن: عمان - مركز الأردن التجاري - الطابق الثالث.
هاتف: ٥١٥٣٤٦٧ - ٦ - ٩٦٢+ / فاكس: ٥١٥٣٤٧٢ - ٦ - ٩٦٢+
بريد إلكتروني: info@althakerabookshop.com / www.althakerabookshop.com

سلسلة أمراض النبات

أمراض النبات النيماتودية والحيوانات الابتدائية

الدكتور فياض محمد شريف



المحتويات

مقدمة

النيماتودا حيوانات لا فقارية معظمها مجهرية تعيش في مختلف البيئات على الأرض، عالية التنوع حيث تاتي في عدد انواعها في مملكة الحيوان بعد الحشرات. معظم النيماتودا رمية المعيشة تسهم في تحليل المواد العضوية وتشارك في السلسلة الغذائية للأحياء. مع ذلك ثمة االعديد من أنواعها ممرضة للإنسان والحيوان والنبات وبعضها يفترس الفطريات. في الوقت نفسه فإن النيماتودا هي الأخرى عرضة للإفتراس من الأحياء الأخرى والتطفل عليها من البكتريا والفطريات والإصابة بالفايروسات.

ثمة مجموعة من النيماتودا تسبب امراضا على النباتات المختلفة وتسهم في تخفيض الإنتاج الزراعي على النطاق المحلي والعالمي وبمقاييس خطيرة. كما تسبب النيماتودا تشجيع وتعميق الإصابة بالمسببات المرضية الأخرى وتعمل كنواقل لعدد من الفايروسات الممرضة للنبات.

يبدأ الكتاب بالتعريف بالنيماتودا وأهميتها الإقتصادية والجوانب الأساسية من حياتيتها وطرق عزلها وفحصها وتنميتها.

تم تناول النيماتودا الممرضة للنبات على أساس العضو النباتي المصاب وكذلك انواع النيماتودا وطبيعة تغذيتها. وهكذا تم تغطية أهم أنواع النيماتودا الممرضة للنبات والأمراض التي تحدثها وطرق السيطرة عليها.

الحيوانات الإبتدائية تتبع مملكة الأوليات وهي أحياء أحادية الخلية مجبرة التطفل تسبب أمراضا على الإنسان والحيوان والقليل من أنواعها تسبب أمراضا على النبات. وبالنظر لقلة عدد الحيوانات الإبتدائية الممرضة للنبات أرتأينا تضمينها في هذا الكتاب كون تبعيتها التطورية أقرب إلى النيماتودا من المسببات المرضية الأخرى.

الكتاب يأتي ضمن سلسلة كتب أمراض النبات التي تتضمن الأسس النظرية

والتطبيقية والأمراض المتسببة عن مجاميع الممرضات المختلفة. تم إستقاء المعلومات والمعطيات التي يعرضها الكتاب من نتائج الأبحاث والتقارير الرصينة وبعض أطاريح الدراسات العليا والكتب. الكتاب محاولة لتقديم موضوع الأمراض النيماتودية والحيوانات الإبتدائية بشكل مركز وتحديث المعلومات العامة عنها لفائدة طلبة كليات العلوم والتربية والزراعة ومتخصصي أقسام الوقاية في الدوائر الزراعية والمزارعين والشركات الزراعية.

د. فياض محمد شريف

الفصل الأول Chapter 1

حياتية النيماتودا

Biology of Nematods

النيماتودا أو الديدان الثعبانية حيوانات دقيقة في الغالب متعددة الخلايا غير مقسمة شفافة دودية الشكل لا تمتلك عيون أو اطراف وتفتقد لجهازي التنفس والدوران لكنها تمتلك أجهزة إفراز وهضم وتكاثر وجهاز عصبي.

تتميز النيماتودا إلى ذكور وإناث يحملان اعضاء جنسية ذكرية أو أنثوية منفصلة ويمكن أن تتكاثر بعض أنواعها تكاثرا لاجنسيا أو عذريا حيث تنتج الأنثى بيوضا مخصبة دون مشاركة الذكر.

النيماتودا حيوانات مائية تحتاج إلى بيئة رطبة من أجل الحركة والقيام بالأنشطة الأخرى.

معظم النيماتودا حرة المعيشة تتواجد في جميع البيئات التي تدعم الحياة حيث تعيش في المياه المالحة (50 % من الأنواع) والحلوة وفي جميع أنواع التربة (25 %) ورميات على أجسام الحيونات أو النباتات أو طفيليات على الإنسان والحيوانات (15%) والنباتات (10 %).

ضمن مملكة الحيوان تشكل النيماتودا شعبة *Nemata* ضمن تحت مملكة *Metazoa* التي تضم إلى جانب النيماتودا شعب *Rotifera* و*Kinorhyncha* و*Gastrotricha* و*Nematophora*. معظم أنواع النيماتودا تتبع رتبة *Rhabditida* وقليل منها إلى رتبة *Dorylaimida*(دوابة وأسطيفان،2010).

النيماتودا من الأحياء الغزيرة التواجد في الطبيعة وتضم 000 30 نوعا مسجلا حتى الآن.

يخمن العلماء وجودها على الأرض منذ حوالي مليون سنة على أساس تطورها عن الحيوانات الإبتدائية قبل 400 مليون سنة وبذلك تعتبر من أقدم مجاميع الحيوانات واكثرها تنوعا بعد الحشرات(Tylka & Jasalavich, 2001 ; Lambert & Bekal, 2002).

توجد أنواع من النيماتودا (*Mononchus*) تتغذى على النيماتودا الأخرى وأنواع *Aphelenchus* مفترسة للفطريات وأنواع مفترسة للبكتريا مثل *Caenorhabditis elegans*. كما تتغذى النيماتودا على الطحالب والطحالب الخضر المزرقة. وتقيم بعض أنواع النيماتودا التي تعيش في الترسبات الكبريتية في البحار علاقات تعايشية مع بعض انواع البكتريا المؤكسدة للكبريت حيث تكسي سطح النيماتودا. كما تقيم بعضها علاقات تعايشية داخلية مع البكتريا. أنشطة النيماتودا هذه تؤثر وتتاثر بالتربة ومكوناتها الحية وغير الحية لدرجة انها اصبحت تستخدم كمؤشر لتركيب وفاعلية المجتمعات الحية للتربة والقشور البيولوجية عليها(Darbya *et al.*,2006).

تسبب النيماتودا خسائر سنوية في الإنتاج الزراعي من المحاصيل الأساسية كالحبوب والبقوليات والبطاطا وقصب السكر والبنجر السكري والموز وجوز الهند والخضروات والفواكه وغيرها تقدر بملايين الأطنان تصل نسبتها إلى 14 % من الإنتاج العالمي. هذه الخسائر تقدر بما يزيد عن 100 مليار دولار سنويا(Mitkowski & Abawi, 2003). وفي العراق تنتشر أنواع عديدة من النيماتودا الممرضة وبعضها يسبب إصابات وخسائر كبيرة جدا خاصة على الحمضيات ومحاصيل الحبوب والعنب وقصب السكر والخضروات(Maqbool & Kerry, 1997 ; Stephan,1997).

في إيران سجل 142 نوعا تعود إلى 41 جنسا و15 عائلة من النيماتودا الممرضة للنبات، 12 منها تسبب خسائر إقتصادية (Barooti, 1997).

النيماتودا الممرضة للنبات العشرة الأكثر أهمية على النطاق العالمي مرتبة تنازليا كالتالي : نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* < نيماتودا التقرح *Pratylenchus* < نيماتودا الحوصلات *Heterodera* < نيماتودا الساق والأبصال *Ditylenchus* < نيماتودا حوصلات البطاطا *Globodera* < نيماتودا الحمضيات *Tylenchulus semipentrans* < النيماتودا الخنجرية *Xiphenima* < النيماتودا الحفارة *Radopholus*

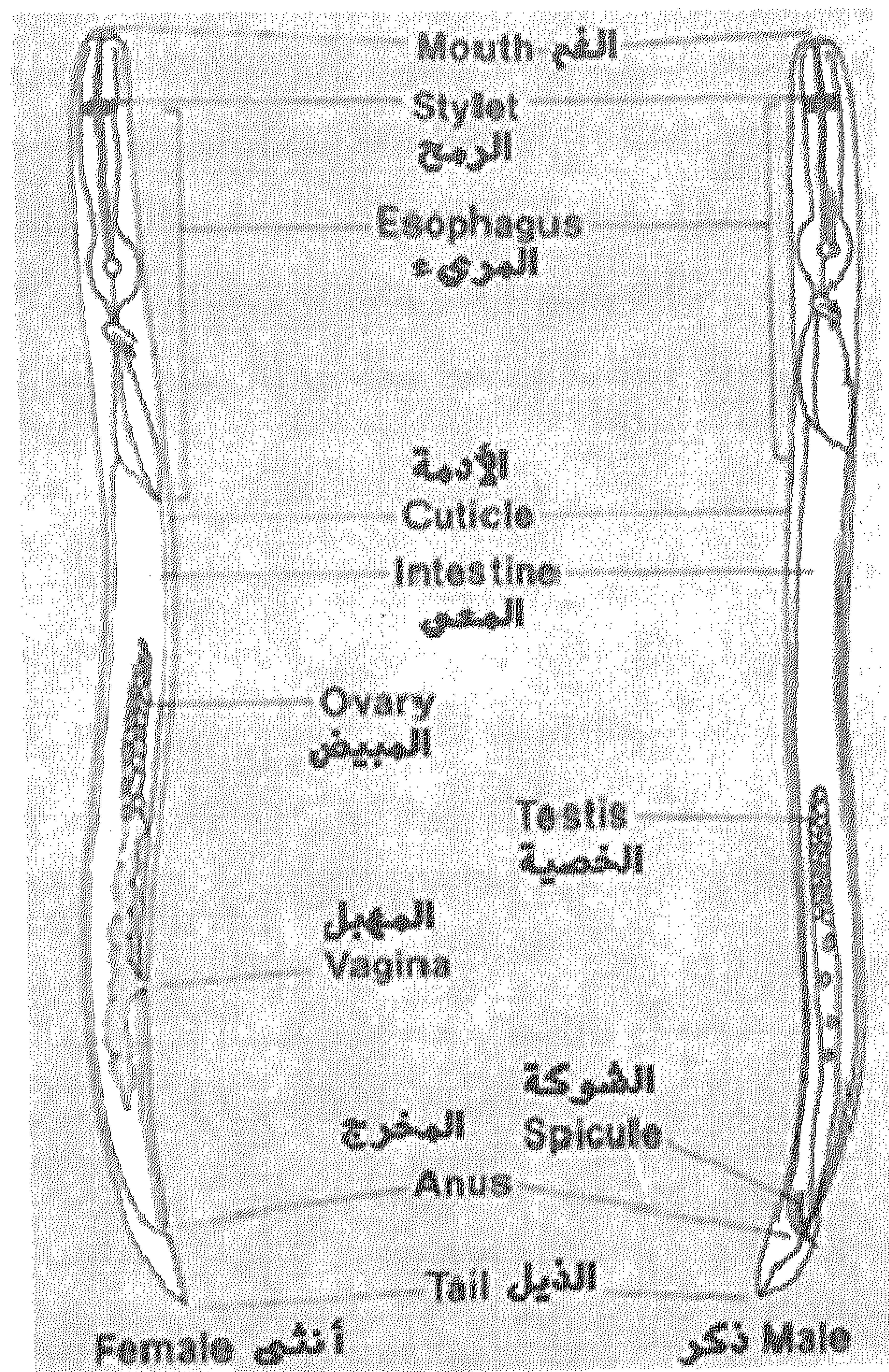
> النيماتودا الكلوية *Rotylenchus* > النيماتودا الحلزونية *Helicotylenchus*. أما في البلدان العربية فغن النيماتودا الأكثر أهمية كالتالي : نيماتودا تعقد الجذور، نيماتودا تقرح الجذور، نيماتودا الحمضيات، النيماتودا الحوصلية، نيماتودا ثآليل الحبوب، نيماتودا الساق والأبصال، النيماتودا الكلوية والنيماتودا الحلزونية. ينبغي الأخذ بنظر الإعتبار أن هذا الترتيب يمكن أن يختلف حسب المنطقة الجغرافية والوقت(الحازمي وابو غربية،2010).

تركيب النيماتودا

Structure of Nematods

النيماتودا الممرضة للنبات توجد بأشكال وأحجام مختلفة لكن الشكل النموذجي يتمثل بالحيوان الرفيع الطويل (الدودي) مع ان الذكور أو الإناث في بعض الأنوع تكون منتفخة وقد لا تشبه الشكل الدودي. أبعاد النيماتودا الممرضة للنبات تتراوح بين 0.25 – 12 ملم طولا و0.015 – 0.035 إلى 1 ملم عرضا. جسم الدودة غير مقسم مع ان منظرها الخارجي قد يوحي بذلك بسبب وجود العديد من الحلقات التي تشبه آلة الأوكورديون كأخاديد في الأدمة الخارجية لتسمح بالحركة في الأنواع التابعة لرتبة *Tylenchida*. كما أن النيماتودا لا تمتلك حالة الإخلاف لأي جزء منها. يتالف جسم الدودة من رأس ورقبة وجذع وذيل. الفم ينفتح عن قرص شفوي مرتفع يحاط بستة شفاه، زوج من الشفاه التحت بطنية وزوج آخر من الشفاه التحت ظهرية وزوج من الشفاه الجانبية أو يحاط الفم بتراكيب تشتق من الشفاه.

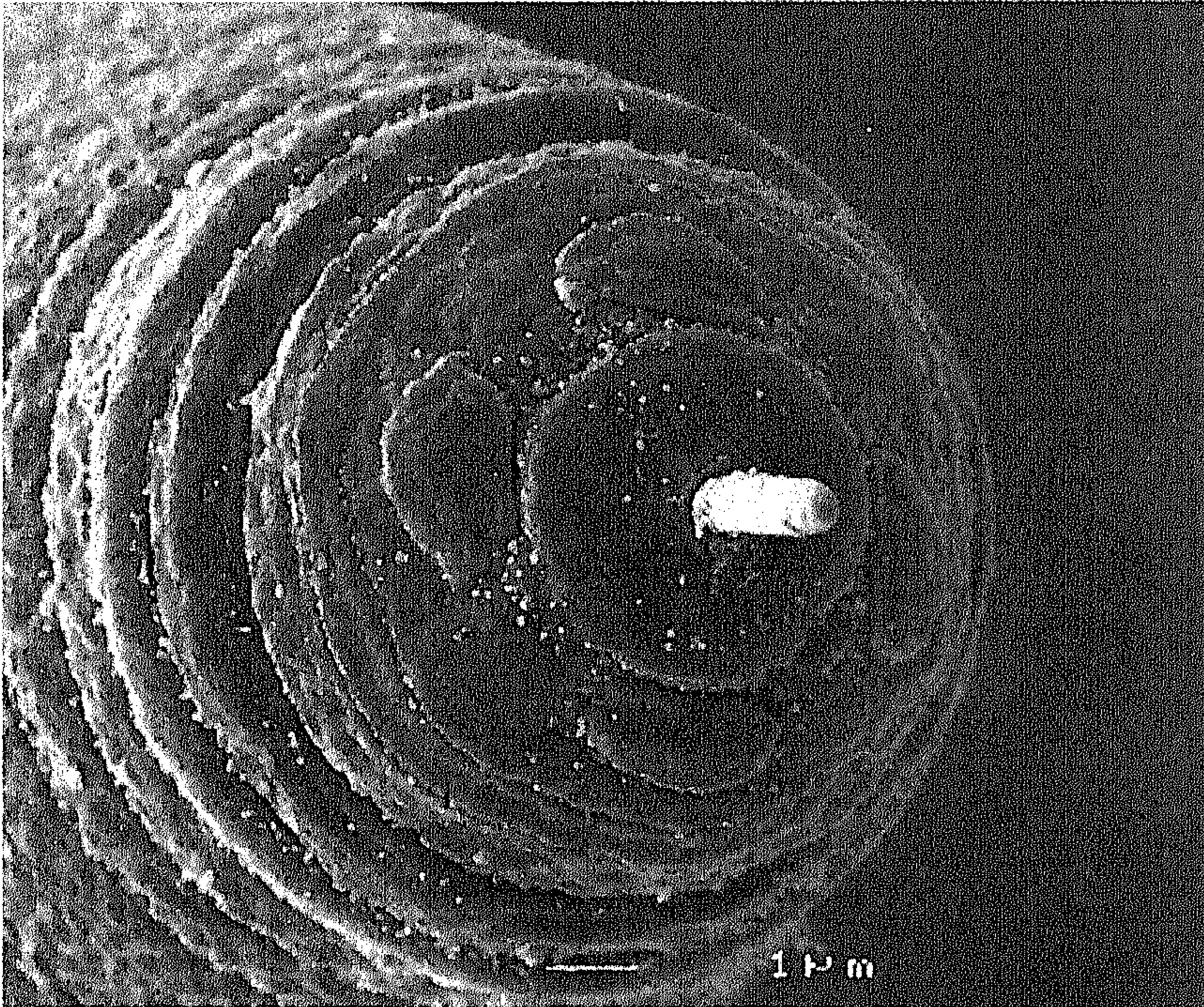
تعتبر النيماتودا قريبة تطوريا من الحشرات حيث يشتركان بوجود ظاهرة الإنسلاخ في دورات الحياة. النيماتودا تمر باربعة أدوار إنسلاخ خلال دورة حياتها لتتحول إلى طور البلوغ بشكل ذكور وإناث. في الأنواع التابعة للصف *Secernetia* الإنسلاخ الأول يحصل في البيضة التي تفقس عن الطور اليرقي الثاني. جميع الأطوار اليرقية للنيماتودا بإمكانها التغذي والنمو بسبب مرونة اجسامها.



شكل 1.1 : رسم تخطيطي عام لشكل وتركيب النيماتودا
عن : (Lambert & Bekal, 2002)

أستخدمت النيماتودا كحيوان نموذجي للدراسة بسبب بساطة تركيبها الجسمي حيث يتألف في الغالب من عدد قليل من الخلايا بحدود 1000 خلية.

يمكن تمثيل جسم النيماتودا على انه يتالف من إنبوب داخل إنبوب (شكل1.1). الإنبوب الخارجي يتالف من جلد أو ادمة (Cuticle) شفافة تفرز من الطبقة التحت جلدية (Hypodermis). العضلات تتصل طوليا بالطبقة التحت جلدية لتسمح بالحركة الثعبانية إلى الأمام والخلف. الإنبوب الداخلي يتمثل بالقناة الهضمية التي تمتد من الرأس إلى الذيل. بين القناة الهضمية والطبقة الجلدية يوجد السائل الذي يوفر ضغطا نحو الطبقة الجلدية من اجل تثبيت شكل الدودة والمساعدة على الحركة كما يقوم بوظيفة جهاز الدوران والتنفس.



شكل 1.2 : رأس ذكر النيماتودا *Nacobbus abberans* يبين الرمح وهيئة الوجه والشفاه والأخاديد الجلدية

عن: (G. Karssen en A. van Aalst, Wageningen Univrsity)

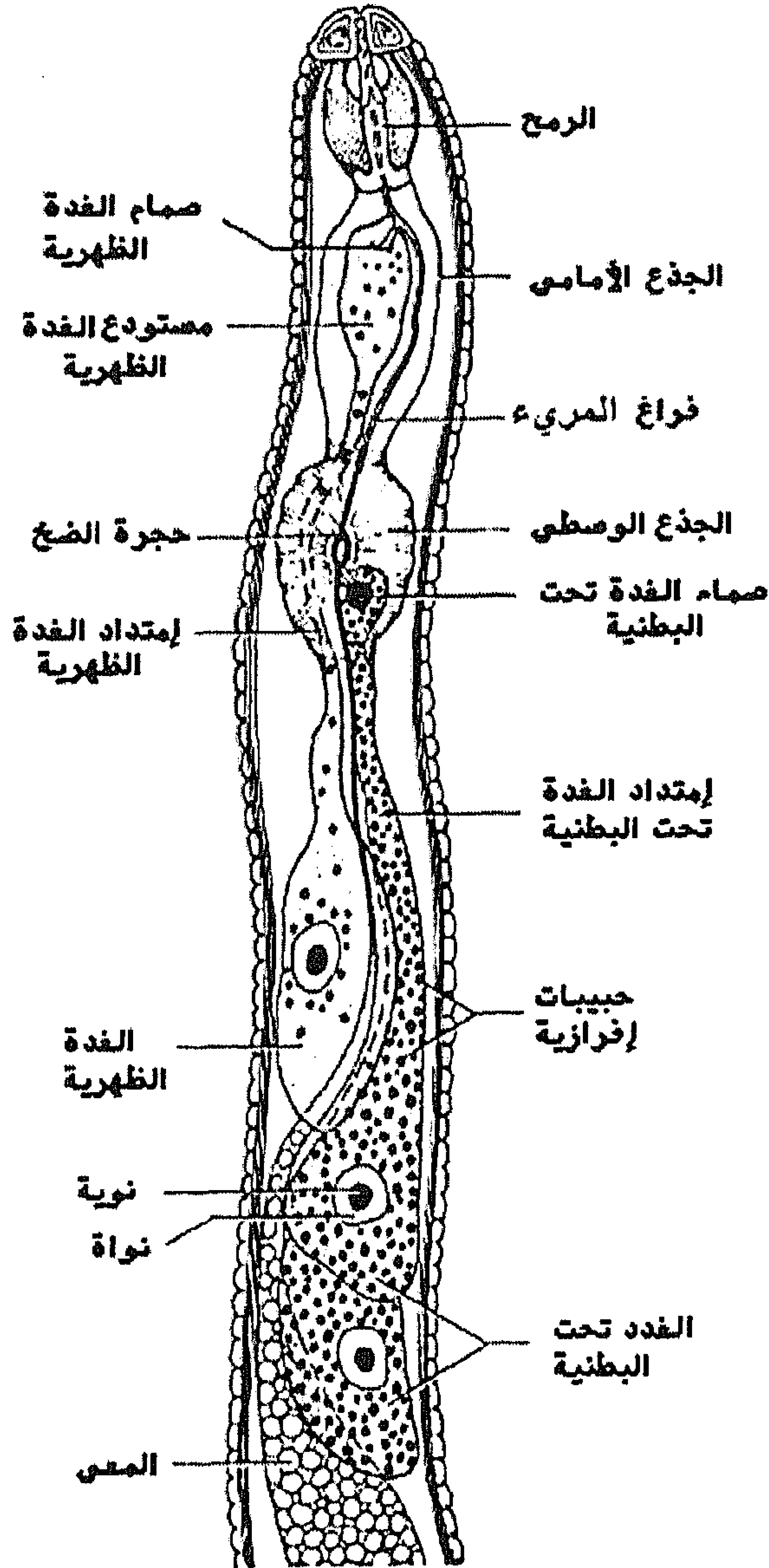
http://www.nem.wur.nl/UK/education/Other+courses+1/Advanced+taxonomy+of+plant+parasitic+nematodes/

في مقدمة جسم الدودة يوجد الرأس. في النيماتودا الممرضة للنبات يحتوي الرأس على الرمح (Spear أو Stylet) وهو تركيب إنبوبي قوي مجوف يشبه الإبرة في المحقنة الطبية وهو الذي يميزها من بين صفات اخرى عن النيماتودا الرمية التي تفتقد إلى الرمح (1.2).

يساعد هذا التركيب على اختراق الخلايا وهضم وشفط محتوياتها من اجل التغذي عليها وكذلك حقن الخلايا ببروتينات وأيضات تنتجها النيماتودا لتساعد على التطفل. الرمح متصل بالمريء (Esophagus) الذي يكون بدوره متصلا بالمعي (Intestine). المعي ينتهي بالمستقيم (Rectum) والمخرج (Anus) في حالة الإناث والمذرق (Cloaca) في الذكور. كما تتصل بالمريء 3 غدد لعابية كل منها يتألف من خلية مفردة، إثنتان تحت بطنية وواحدة ظهرية تنتج إفرازات تفرز عن طريق الرمح تساعد في عملية التطفل. المريء تركيب عضلي يتمكن من التقلص والإنبساط ليوفر الضغط الكافي لضخ المواد الغذائية إلى المعي أو المواد الإفرازية من خلال الرمح نحو الخارج (شكل1.3) (Hussey, 1989).

أعضاء التكاثر الجنسي توجد في الوسط أو الجزء الخلفي للدودة. الجهاز الأنثوي يتالف من الفرج (Vagina) والمهبل (Vagina) والرحم (Uretus) وقناة البيض (Oviduct) وواحد أو اثنين من المبايض (Ovary). ويتالف الجهاز الذكري من شوكة التزاوج أو التسفيد (Spicule) وهي تركيب قابل للبروز وعددها إثنتان والحوصلة المنوية (Seminal Vesicle) والخصية (Testis) التي تكون واحدة في انواع الصنف *Secernetia* بينما تكون إثنتان في أنواع الصنف*Adenophora* . تستخدم بعض خواص التراكيب الجنسية الأنثوية والذكرية في تصنيف النيماتودا.

بسبب طبقتها الجلدية الرقيقة التي تمثل غشاء نصف ناضح تتمكن النيماتودا من الحصول على الماء والغازات وتتبادل المواد الأيضية مع المحيط كذلك عمليات الانتشار الداخلي للمواد من المعي إلى سائل الجسم الذي يقوم بدور التنفس والدوران. وتستخدم النيماتودا جهازها العصبي للبحث عن النبات العائل والعثور على الخلايا المغذية المناسبة وكذلك في ايجاد الشريك الجنسي وغيرها(Lambert & Bekal, 2002; *Agrios*, 1997).



شكل 1.3 : رسم تخطيطي للنهاية الأمامية ليرقة الجيل الثاني للنيماتودا الممرضة للنبات

عن : (Hussey, 1989)

بيئة النيماتودا

Ecology of Nematodes

النيماتودا حيوانات متحركة إلا أن حركتها داخل التربة قد لا تتجاوز 1 م خلال حياتها. مع ذلك تتمكن النيماتودا من الإنتقال بطريقة سلبية إلى مسافات كبيرة ضمن الحقل أو الحقول المجاورة من خلال ماء المطر وماء الري وبواسطة الآلات والمكائن الزراعية والأيدي أو التربة أو الأجزاء النباتية الملوثة. كما تنتقل النيماتودا عبر الأقاليم والدول من خلال النباتات أو البذور أو التقاوي المصابة. وتنتقل بعض النيماتودا القادرة على التحول إلى أطوار ساكنة عن طريق الغبار الذي تحمله الرياح(Lambert & Bekal, 2002).

جميع النيماتودا تقضي جزءا من حياتها في التربة متأثرة بعوامل البيئة المتغيرة والتي تشمل درجة الحرارة والرطوبة والتهوية ونوع التربة ومحتوى التربة من المادة العضوية وتوزع جذور النباتات العائلة والتطبيقات الزراعية ووجود المفترسات أو الممرضات للنيماتودا. ولكي تنجح النيماتودا في البقاء يجب توفر تشكيلة ملائمة من هذه العوامل.

درجة الحرارة المثلى لنشاط النيماتودا تكون بين 16 – 29 مْ، الإنخفاض أو الإرتفاع عن هذا المدى يقلل نشاط النيماتودا، أما درجات الحرارة التي تقل عن 4 مْ أو تزيد عن 40 مْ فتكون مميتة للينيماتودا.

رطوبة التربة المثلى لنشاط النيماتودا تتراوح بين 40 إلى 80 % من السعة الحقلية. الترب الجافة تقيد حركة النيماتودا والترب المشبعة بالماء تكون منخفضة الأوكسجين وتؤدي أيضا إلى قلة الحركة.

يمكن ان تعيش النيماتودا في جميع انواع الترب لكنها تفضل الترب الرملية حيث يلائمها سمك الغشاء المائي فيها وحجم دقائق التربة ومساماتها وتهويتها وسرعة الوصول إلى الرطوبة الحقلية الملائمة.

تتاثر النيماتودا بإفرازات جذور النباتات العائلة حيث تتجه اليها وقد تحفز تفقيس البيض بينما يمكن ان تكون مثبطة للتفقيس أو طاردة أو حتى قاتلة لبعض

الأنواع(SAFRINET,1999).

تلعب الأملاح المعدنية دورا في جذب أو طرد النيماتودا خلال حركتها في التربة. أملاح الصوديوم والبوتاسيوم من الخلات والفورمات والكلوريد تجذب يرقات نيماتودا الحمضيات *Tylenchulus semipenetrans* على عكس السترات ويبدو ان الأيونات السالبة لهذه الأملاح تمثل الجزء الفعال فيها. في حين معظم هذه الأملاح لا تجتذب يرقات نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* التي تجتذبها أملاح كاربونات وبيكاربونات الصوديوم.

ويبدو ان درجات الحرارة والحموضة تؤثر في إنجذاب النيماتودا للأملاح(Abou-Setta & Duncan, 1998).

التطبيقات الزراعية كالزراعة الأحادية لنباتات حساسة للنيماتودا تشجع نمو النيماتودا وتمكنها من تكوين آهلات كثيفة وإحداث خسائر كبيرة في المحصول، لكن الدورة الزراعية بنباتات مقاومة تثبط تكوين مثل هذه الآهلات. كما أن حراثة وتقليب التربة يعرض النيماتودا لتأثيرات الجفاف بفعل ضوء الشمس والرياح.

في الترب الزراعية تتواجد النيماتودا في الطبقة العليا منها بعمق يصل إلى 90 سم حيث توجد المجاميع الجذرية للنباتات.

وتختلف آهلاتها حسب الأنواع بين الكبيرة التي تكون نامية أصلا على جذور النباتات البرية وانتقلت إلى النباتات المزروعة أو ان تكون قليلة وصلت التربة بواسطة البذور أو الشتلات أو التربة الملوثة.

التوزع الأفقي للنيماتودا في الترب الزراعية يتاثر بإفرازات جذور النباتات العائلة وتوزع جذور النباتات السابقة والنامية والحراثة التي تساعد على نشر لقاح النيماتودا وتكتل بيوضها أو أكياسها. أم التوزع العمودي فيتأثر بنوع التربة والهجرة الموسمية للنيماتودا وعمق جذور النباتات العائلة (SAFRINET,1999).

في الوقت الذي تقوم فيه النيماتودا بالتغذي على النباتات فإنها تتعرض للإفتراس من نيماتودا أخرى ومن مهاجمة الفطريات والبكتريا.

أنماط تغذي النيماتودا

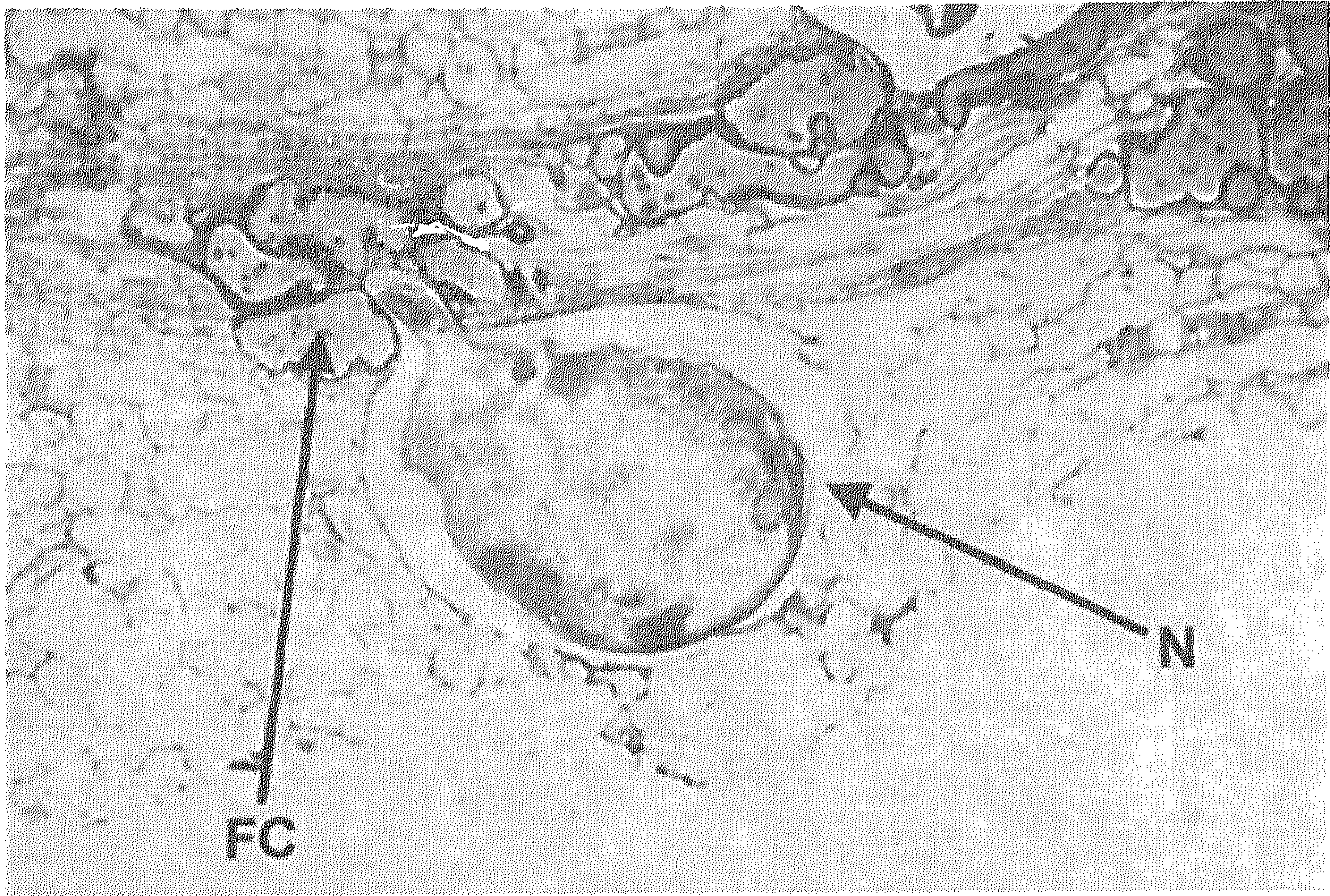
Nematode Feeding Patterns

جميع أنواع نيماتودا النبات تكون طفيليات مجبرة (الحازمي وعلي،2010). النيماتودا المختلفة يمكن ان تتغذى على اجزاء النبات المختلفة بما فيها الجذور والسيقان والأوراق والأزهار والبذور. مع أن جميع البالغات والأطوار اليرقية المختلفة تتمكن من التغذي لكن في بعض مجاميع النيماتودا لا تتمكن بعض أو كل الأطورا اليرقية وأحيانا البالغات الذكور من التغذي.

تتبع النيماتودا في التغذي على الخلايا النباتية طريقتين : الأولى غير أحيائية التغذية (Non-Biotrophic) حيث تقوم بتفريغ محتويات الخلايا وقتلها وهذا يؤدي إلى حصول أعراض تتسم بكثرة تكوّن القروح على النسيج المصاب.

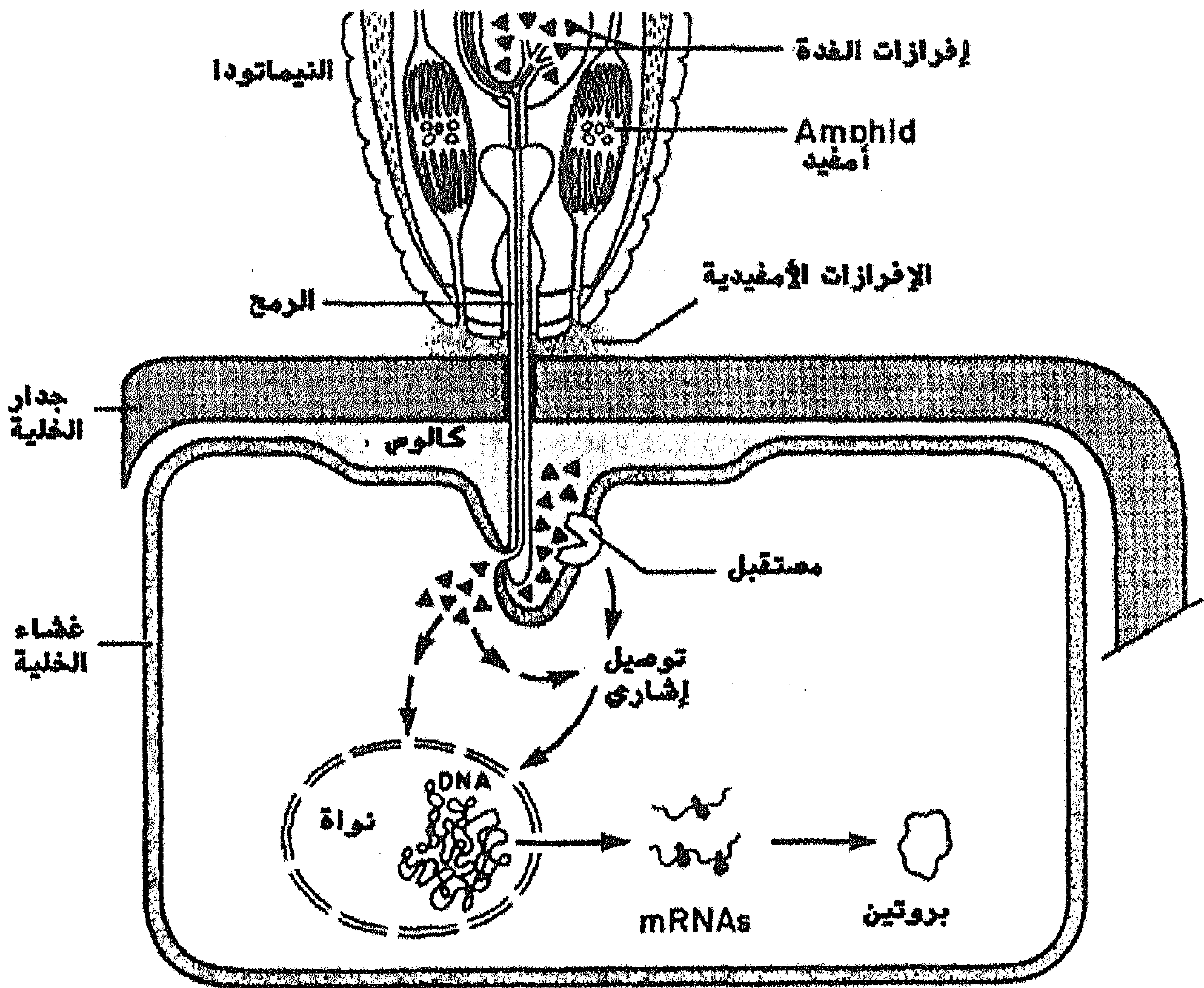
وهكذا تقوم النيماتودا بإفراز مواد هاضمة تحوّل محتويات الخلية إلى مواد قابلة للشفط بواسطة الرمح. الطريقة الثانية أحيائية التغذية (Biotrophic) أي إنها تتغذى على الخلايا دون أن تقتلها بل على العكس من ذلك تحفزها على التوسع والنمو من خلال انقسام النواة المتكرر دون مصاحبة ذلك بالانقسام الخلوي (Uncoupuled Mitosis) حيث تنتج ما يعرف بالخلايا العملاقة (Giant Cells) والتي تتوضح في حالة نيماتودا تعقد الجذور (شكل 1.4) أو من خلال التاثير على الخلايا المجاورة حيث تذاب جدرانها إنزيميا فيحصل اندماج للبروتوبلاستات المتجاورة لتكوّن مجمع خلوي (Syncytium) كما في النيماتودا الحوصلات.

في حالة الخلايا العملاقة تنقسم النواة إلى اثنتين بعد 24 ساعة من اختراق الرمح وتصبح 8 بعد الـ 24 ساعة التالية وتصبح النوى متعددة المجاميع الكروموسومية الأمر الذي يوفر نسخ كثيرة من الـ DNA ما يمكّن من توفير ماكنة أيضية تجعل من هذه الخلايا مستودعا غذائيا كبيرا وبذلك تجعل النبات يوفر لها خلايا مغذية لفترة طويلة. يختلف عدد الخلايا المغذية التي يحفزها النيماتودا بين 1 إلى 6 خلايا حسب نوع النيماتودا (Williamson & Hussey,1996 ; Lambert & Bekal, 2002 ; Hussey *et al.*,2002 ; Ferris, 2006).



شكل 1.4 : مقطع طولي في جذر نبات تبغ مصاب بالنيماتودا *Meloidogyne* يبين النيماتودا البالغة(السهم N) والخلايا المغذية أو الخلايا العملاقة(السهم FC)
عن : (Lambert & Bekal, 2002)

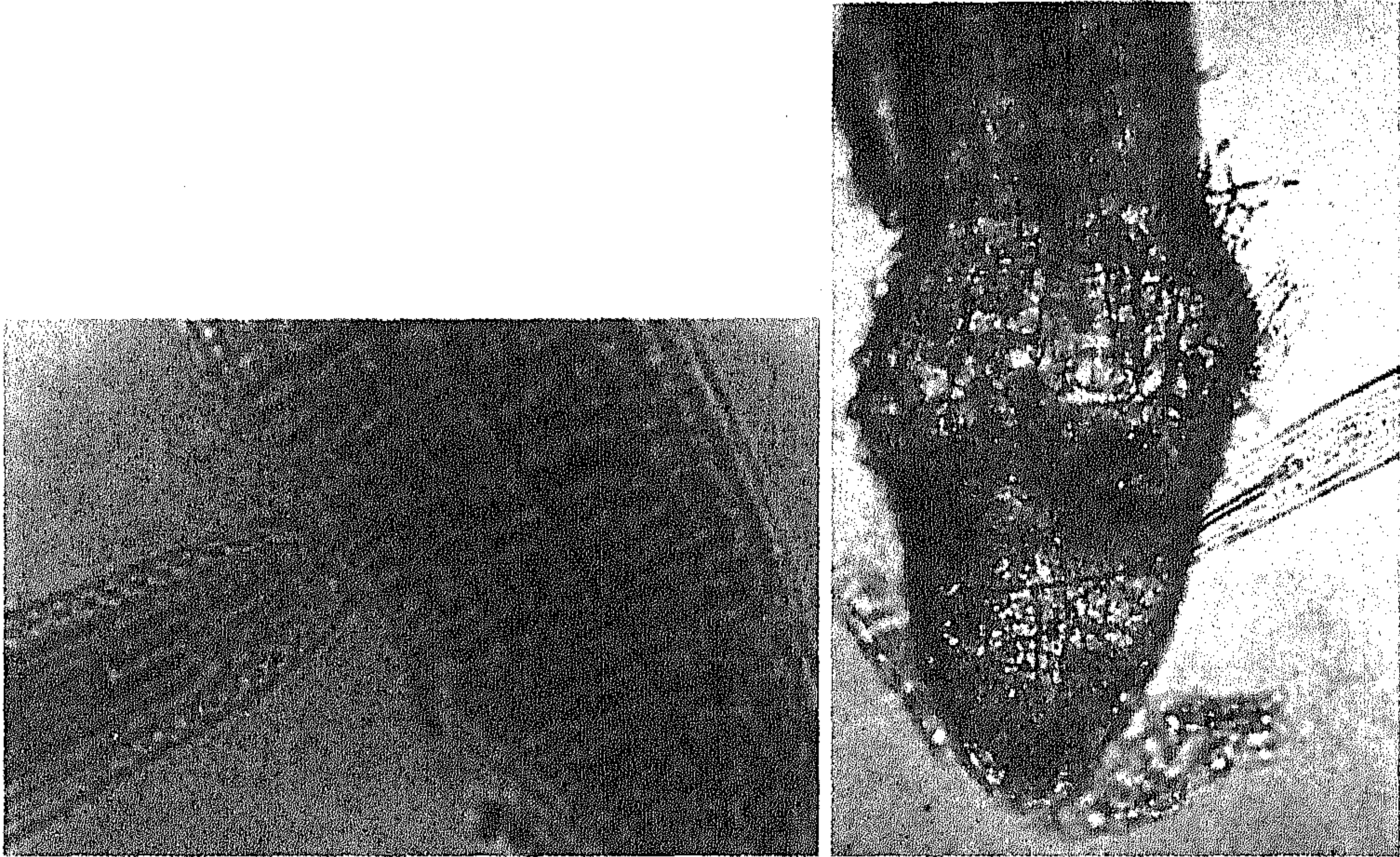
يمكن ان يزداد حجم الخلايا العملاقة ليصل إلى 100 ضعف بينما تتحفز الخلايا المجاورة على فرط الانقسام (Hyperplasia) لتتشكل العقد على الجذور(Mitchum *et al.*,2007). في هذه الحالة تقوم النيماتودا بغرز رمحها في الخلايا حيث يخترق الرمح جدار الخلية دون أن يثقب غشاء الخلية الذي ينبعج ليحيط بنهاية الرمح. تفرز بروتينات من غدد المريء خارج الغشاء البلازمي حيث تتعامل مع مستقبل على غشاء الخلية أو تحقن المواد إلى سايتوبلازم الخلية من خلال ثقب في الغشاء مقابل فتحة الرمح. هذه المواد تكيف عمل جينات خلية العائل عبر جزيئات تنتقل إلى النواة أو أنها تدخل النواة لتحقق الهدف ذاته، شكل 1.5(Hussey *et al.*,2002; Williamson & Hussey,1996).



شكل 1.5 : نموذج تخطيطي للتداخل بين النيماتودا الممرضة الساكنة وخلية النبات العائلة. يخترق رمح النيماتودا جدار خلية العائل دون أن يثقب غشاء الخلية ألذي ينبعج محيطا بمقدمة الرمح. الإفرازات الغدية (▲) من الخلايا الغدية للبلعوم يمكن ان تودع خارج غشاء خلية النبات وتتداخل مع مستقبل على الغشاء أو تحقن مباشرة إلى السايتوبلازم من خلال ثقب في الغشاء أمام فتحة الرمح
عن : (Williamson & Hussey,1996)

لتحقيق عملية التغذي والتكيف مع ظروف وجود الأعداء الحيوية والعوامل

البيئية المتغيرة تسلك المجاميع المختلفة من النيماتودا طرق تطفلية مختلفة :



شكل 1.6 : النيماتودا *Xiphinema* تتطفل خارجيا على جذر التين لاحظ الرمح المغروز في الجذر(يمين) والنيماتودا *Aulosphora* تتغذى على جذر نبات الرز حيث تغرز رمحها(يسار)

عن : (Lambert & Bekal, 2002) و(Coyne *et al.*,2007)

خارجية التطفل (**Ectoparasites**)

هذه المجموعة تضم أنواع كثيرة من النيماتودا تعود إلى الأجناس *Belonolaimus* spp. و *Paratrichodorus* و*Trichodorus* و*Longidorus* و*Paralongidorus* و*Criconemella* و*Circonema* و*Dolichodorus* spp.

و*Paratylenchus* و*Merlinius* و *Tylenchorynchus* و*Macroposthhonia* و*Helicotylenchus* و*Rotylenchus* و*Scutellonema* و.Xiphinema spp.

معظم هذه الأنواع تتغذى قرب اطراف الجذور أو على الشعيرات الجذرية.

بعض أنواع النيماتودا الممرضة للنبات تقضي دورة حياتها كمتطفلات خارجية متنقلة تتغذى على جذور النبات حيث تغرز رمحها في النسيج النباتي وتمتص المواد الغذائية. بعض الأنواع تلصق شفاهها بسطح الجذر وتثقبه ثم تعمل فتحة بواسطة الإنزيمات المحللة حيث تشفط محتويات الخلية (شكل1.6). تتمكن هذه الأنواع من التغذي على عدد كبير من جذور النباتات المختلفة لكنها من ناحية اخرى تكون اكثر عرضة للمفترسات بسبب وجودها مكشوفة خارج الجذر في التربة وتنقلها المستمر. تتميز بعض هذه الأنواع بإمتلاكها لرمح طويل يمكّنها من الوصول إلى الخلايا المغذية العالية المحتوى الغذائي. أنواع *Longidorus* و.spp *Xiphinema* تتمكن من نقل الفايروسات إلى النبات(Lambert & Bekal, 2002 ; Dunn , 2001 ; McKenry & Roberts, 1985).

وحسب (الحازمي وعلي،2010) تقسم هذه المجموعة إلى :

1 . سطحية التغذية (Surface Feeders) حيث تتميز برمحها القصير وتضم الأجناس *Trichodorus* و*Paratrichodorus* وبعض أنواع الجنسين *Helicotylenchus* و*Tylenchorynchus*.

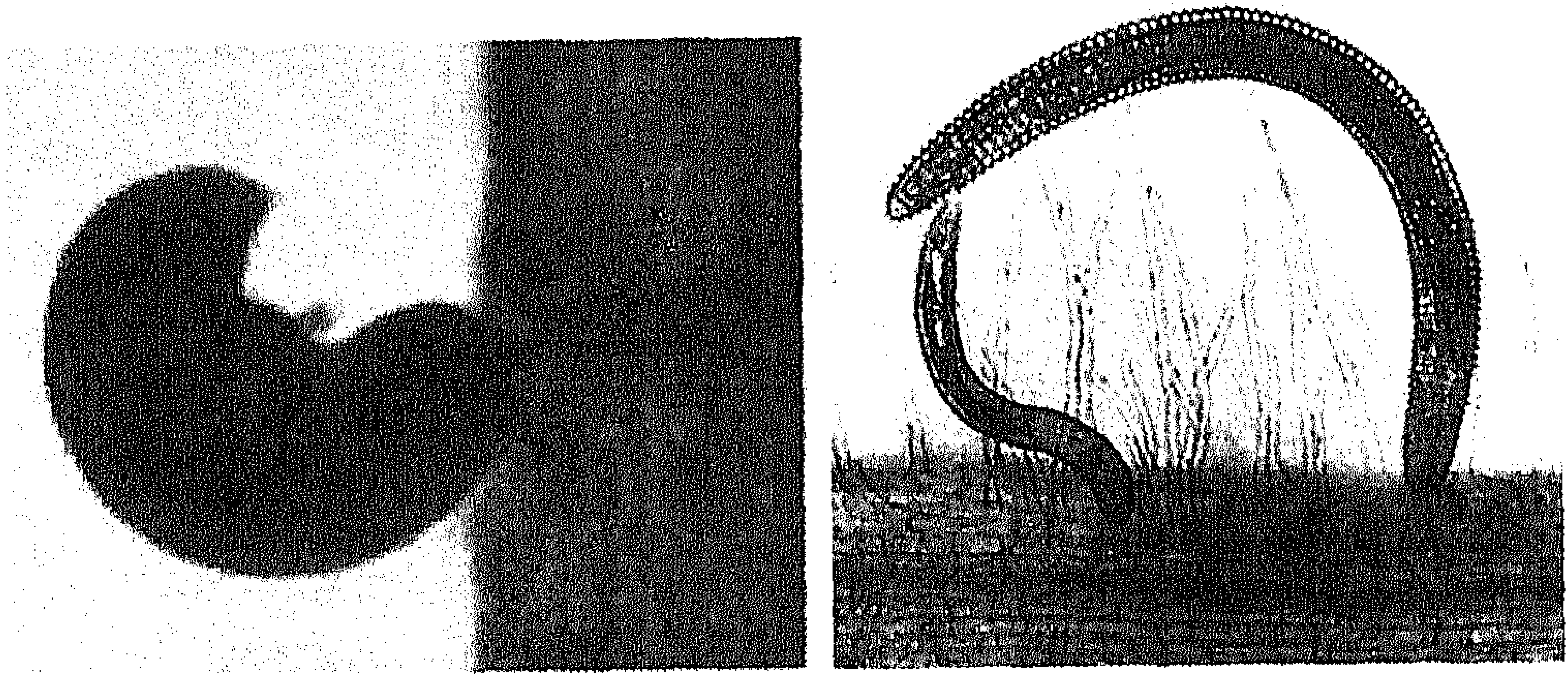
2 . عميقة التغذية (Deep Feeders) والتي تمتلك رمحا طويلا تتمكن بواسطته من التغذي على الأنسجة العميقة في طرف الجذر وتشمل الأجناس الأجناس *Belonolaimus* spp. و *Longidorus* و*Paralongidorus* و*Criconemella* و*Circonema* و.spp *Dolichodorus* و*Hemicycliophora* و*Hemicriconemoides* و*Paratylenchus* و Xiphinema spp. .

شبه داخلية التطفل (Semi-endoparasites)

هذه النيماتودا تخترق النبات جزئيا خلال طور معين من دورة حياتها حيث

تدخل مقدمة جسمها

داخل نسيج النبات مكونة خلية مغذية تتغذى عليها (شكل1.7). تنتفخ هذه الأنواع ولا تغادر مكانها بعد دخولها مستفيدة من تأمين مصدر غذائي مستمر حيث تنمو وتتكاثر بسرعة لكن فقدانها للحركة يعرضها لخطر موت العائل وفقدان مصدر التغذي. من امثلة النيماتود التي تتبع هذا النوع من التغذية *Tylenchulus* و*Rotylenchulus*.



شكل 1.7 : يرقة النيماتودا الحلقية إلى اليسار والبالغة إلى اليمين تتغذى على الجذر (يمين) والنيماتودا الكلوية *Rotylenchulus* راسها يخترق الجذر
عن : (Todd & Jardine,1993) و(Coyne *et al.*,2007)

داخلية التطفل متجولة (Migratory Endoparasites)

هذه النيماتودا تهاجم الأجزاء الغضة من الجذر كالقشرة. تقضي هذه النيماتودا معظم وقتها متجولة داخل النسيج النباتي بشكل نخري التغذية حيث تتغذى على

سايتوبلازم الخلايا مؤدية إلى موتها دون أن تعمل خلايا مغذية (شكل1.8). النيماتودا بجميع أطوارها عدا البيوض تتغذى وتنسلخ وتتكاثر داخل انسجة النبات لكنها تتمكن من مغادرة النسيج النباتي إلى التربة وتصيب جذور جديدة. هذا النمط من التغذي يسبب قروحا وجروحا كثيرة في الجذور يجعلها عرضة للإصابات الثانوية بالبكتريا والفطريات. من هذه المجموعة نيماتودا القروح *Pratylenchus* والنيماتودا الحفارة *Radopholus* ونيماتودا جذور الرز *Hirschmanniella* ونيماتودا الأوراق *Aphelenchoides* spp. (Crow & Dunn,2005; Lambert & Bekal, 2002) و*Rotylechoides* و*Aphasmatylenchus* وبعض أنواع الجنس *Ditylenchus*(الحازمي وعلي،2010).

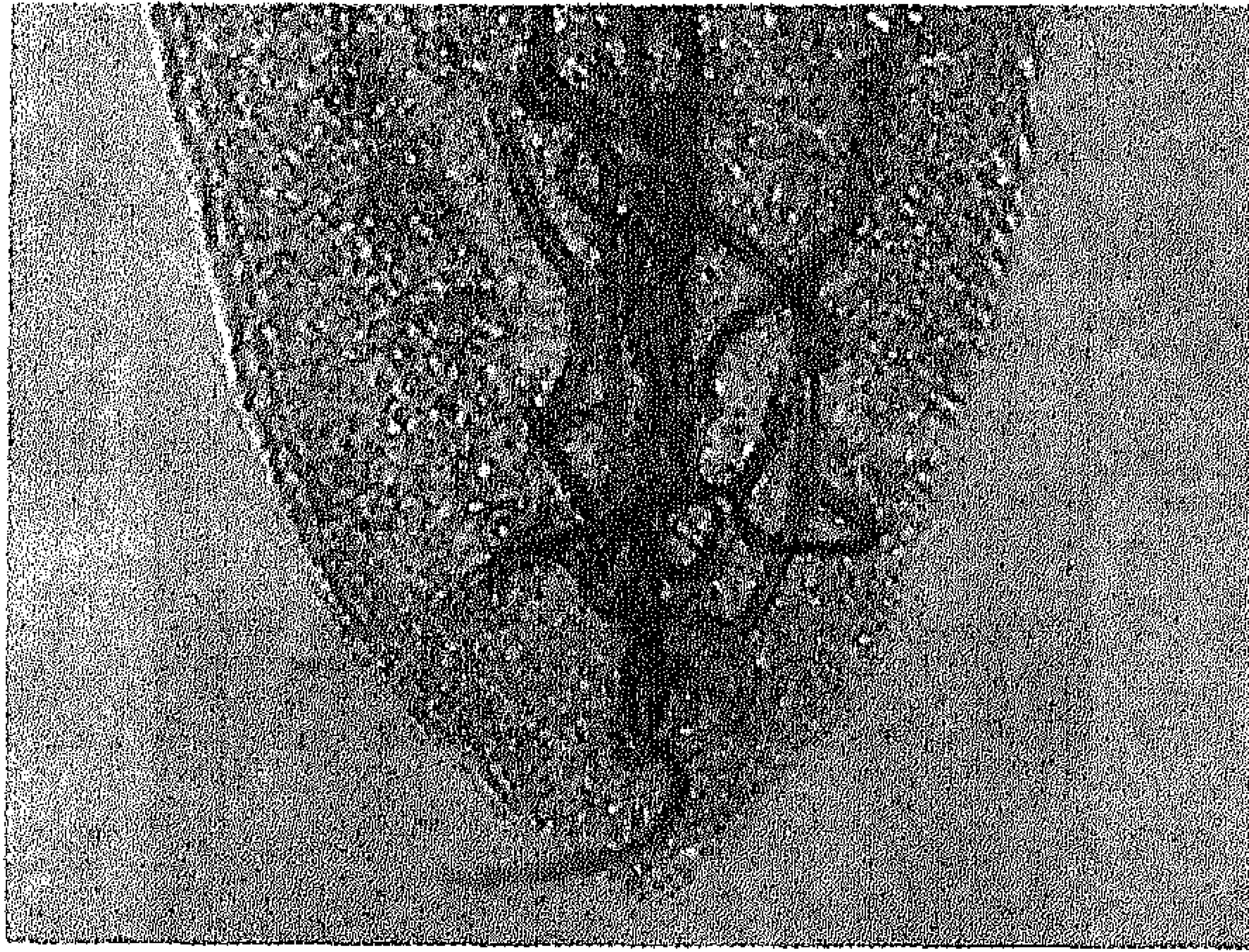


شكل 1.8 : نيماتودا القروح تتغذى وتضع البيض في قشرة الجذر المصاب
عن : (Todd & Jardine,1993)

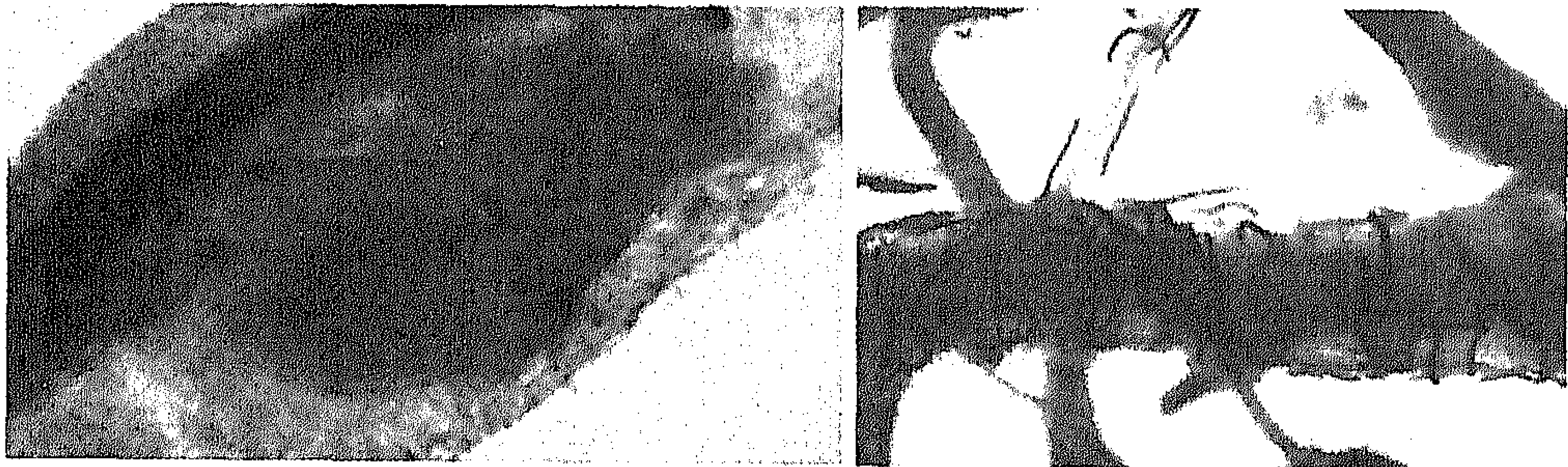
داخلية التطفل ساكنة (**Sedentary Endoparasites**)

هذه الطريقة من التغذية تتمثل بنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. والنيماتودا الحوصلات *Heterodera* spp. والكلوية *Rotylenchulus* spp. ونيماتودا الحمضيات *Tylenchulus semipenetrans*. كذلك الأجناس *Globodera*

و*Nacobbus* و*Meloidodera* و*Punctodera* و*Cactodera* و*Achlysiella*(الحـــازمي وعلي،2010). في هذا النوع من التغذي أو التطفل تخترق يرقات الجيل الثاني من النيماتودا الجذر قرب قمته وتتنقل خلال الأنسجة وصولا إلى الخلايا الناقلة النامية (شكل1.9 و1.10 يمين).



شكل 1.9: يرقات الجيل الثاني تخترق قمة الجذر
عن : (Crow & Dunn,2005)



شكل 1.10 : نيمتودا رمحية تتطفل داخليا على جذور فول الصويا (يمين) وانثى نيماتودا العقد الجذرية المنتفخة غير المتحركة تضع بيضها في كتلة جيلاتينية داخل الجذر(يسار)

عن : (Tylka & Jasalavich, 2001) و(Todd & Jardine,1993)

الدودة تكون بكاملها داخل أنسجة الجذر خلال أطوار نموها الأولى ثم تخرج من الجذر فيما بعد. خلال وجودها تفرز يرقات الجيل الثاني مواد منظمة للنمو تحفز الخلايا على تكوين خلايا مغذية أكبر تتغذى عليها دون أن تقتلها طيلة حياتها، بل تصبح النيماتودا والخلايا المغذية معتمدة في وجودها الواحدة على الأخرى، فإذا تموت النيماتودا تضمحل الخلايا المغذية لإعتمادها على مؤثرات جينية من النيماتودا وإذا تموت الخلايا المغذية تموت النيماتودا من الجوع.

ما ان تتكون الخلايا المغذية حتى تفقد اليرقة حركتها بسبب ضمور عضلاتها وتصبح ساكنة. تتغذى اليرقة وتنمو وتنسلخ حتى تصل طور البالغة. إناث النيماتودا تكبر بالحجم ويصبح شكلها شبيه بالكيس وتتمكن من وضع عدد كبير من البيوض خارج جسمها (شكل1.10 يسار)، لكن النيماتودا الحوصلات تحتفظ بالبيوض داخل جسمها. وفي الوقت الذي تتمكن فيه نيماتودا تعقد الجذور من أنواع *Meloidogyne* التكاثر عذريا فإن النيماتودا الحوصلات من أنواع *Heterodera* و*Globodera* تتكاثر جنسيا.

يسبب هذا النمط من التغذية نزيفا غذائيا في النبات كما ان تشوه الخلايا المصابة يمكن ان يؤثر على فعالية الأنسجة الناقلة خاصة(Lambert & Bekal, 2002; Dunn , 2001).

طفيليات داخلية متجولة (Migratory Endoparasites)

نيماتودا الساق والأبصال (Stem and Bulb Nematodes)

النيماتودا في الطور اليرقي الرابع تتمكن من إصابة البادرات النامية وهي لما تزل داخل التربة لكنها تتمكن ايضا من صعود الساق في غشاء مائي وتدخل من خلال البراعم أو سويقات الأوراق أو الثغور. طريقة تغذيتها داخل الأنسجة تكون نخرية قاتلة للخلايا وداخلية متنقلة وتعاني الإنسلاخ وتصل البلوغ وتتكاثر داخل النبات ولا تتركه لتخرج إلا عندما تصبح ظروف التغذية غير مناسبة.

تفقس البيوض عن يرقات الجيل الثاني التي تستمر بالتغذي وتنسلخ وتتكاثر

مؤدية إلى تدمير الأنسجة (شكل1.11). في فصل الشتاء تتحول اليرقات إلى الطور الرابع المقاوم حيث تشتي. وما أن يحل الربيع حتى تنشط يرقات الجيل الرابع وتكمل دورة حياتها. هذه المجموعة من النيماتودا تتمثل بأنواع الجنس *Ditylenchus*.



شكل 1.11 : درنة بطاطا مصابة بنيماتودا *Ditylenchus destructor*(يمين) مقارنة بدرنة سليمة(يسار)

عن : (Lambert & Bekal, 2002)

أما نيماتودا الخشب في الصنوبر *Bursaphelenchus xylophilus* فينتقل طورها اليرقي الرابع إلى داخل أنسجة شجرة الصنوبر بواسطة خنافس القلف حيث يتحرر منها ويبدأ بالتغذي على خلايا القنوات الراتنجية والخلايا الوعائية مؤديا إلى إغلاقها ومسببا ذبول الشجرة. النيماتودا تتغذى بشراهة وتنسلخ وتتكاثر جنسيا بسرعة كبيرة. وعند تكوين آهلات كبيرة من النيماتودا تموت الشجرة. بعد موت الشجرة تقوم النيماتودا بالتغذي على الفطريات الموجودة في الشجرة. تشتي النيماتودا بالطور اليرقي الثالث وتنجذب نحو يرقات الخنافس. وفي الربيع تنسلخ النيماتودا لتكون الطور اليرقي الرابع المقاوم الذي يغزو الخنافس والتي تقوم بدورها في نقل النيماتودا إلى أشجار جديدة.

وهكذا يمكن لهذه النيماتودا أن تدمر غابة كاملة عند توفر الظروف الملائمة(Lambert & Bekal, 2002 ; McKenry & Roberts, 1985).

طفيليات خارجية - داخلية (Ecto-endoparasites)

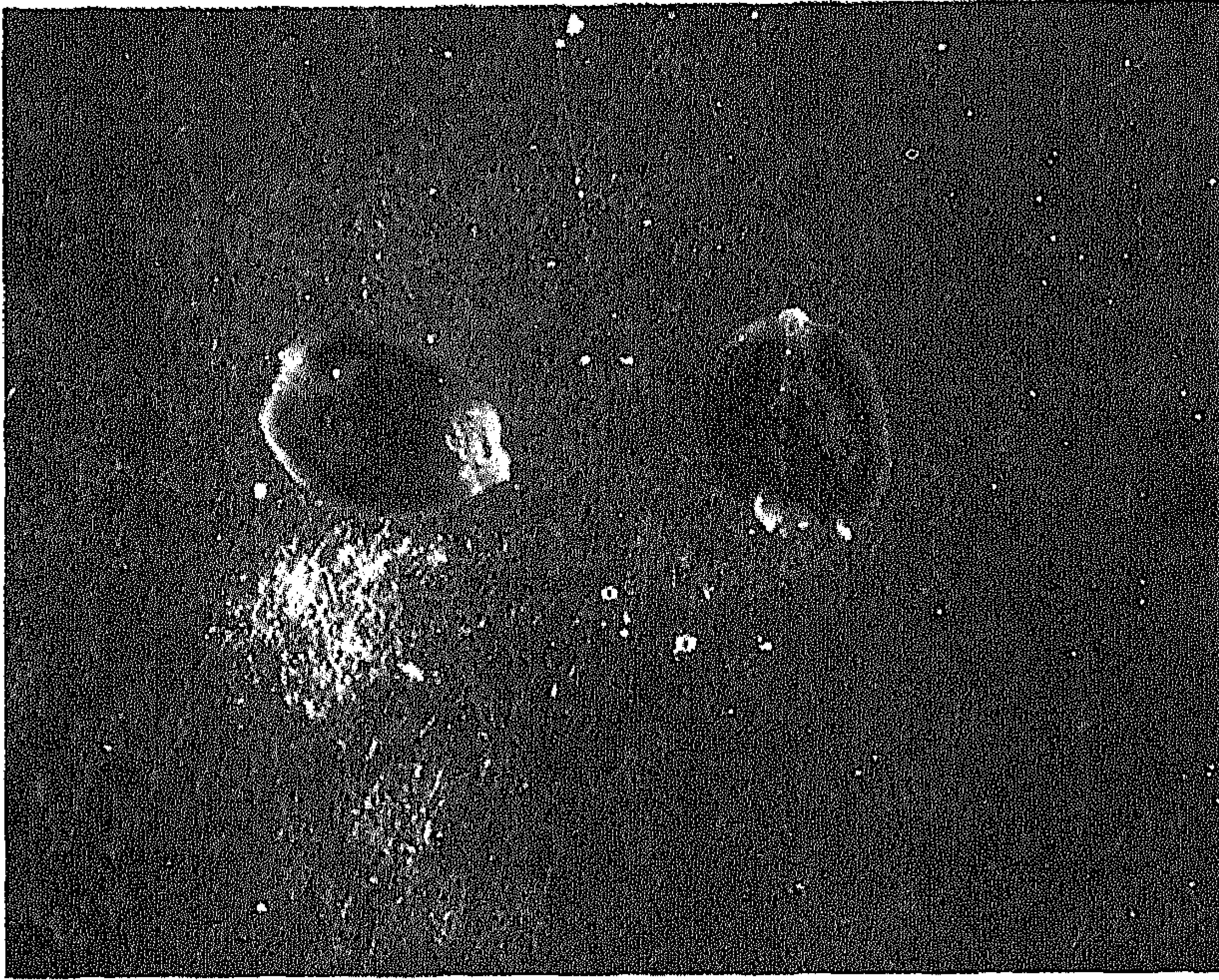
نيماتودا تعقد البذور (Seed Gall Nematodes)

عند توفر ظروف الرطوبة الملائمة في التربة تتحرر من عقد البذور المصابة بالنيماتودا آلاف اليرقات (شكل1.12). تنتقل يرقات الجيل الثاني لهذه النيماتودا إلى اوراق النبات سابحة في غشاء مائي حيث تتغذي بشكل طفيليات خارجية على اطراف الأوراق مسببة تشوه الأوراق.

عند موسم الإزهار تخترق اليرقات بادئات الأزهار وتبدأ بالتغذى على البذور النامية. تنسلخ اليرقة وتستمر بالتغذي مؤدية إلى قتل البذور ومكونة لعقد البذور البنية الداكنة محلها والتي تشابه البذور بالشكل. العقد تكون مليئة باليرقات المتحركة. تتكاثر البالغات وتفقس البيوض مكونة يرقات الجيل الأول الذي سرعان ما ينسلخ ليعطي يرقات الجيل الثاني الذي يكون مقاوما للظروف البيئية غير الملائمة. تتيبس هذه اليرقات داخل عقدة البذور وتشتي لمدة طويلة قد تصل إلى 30 سنة في الظروف الجافة.

عند توفر الرطوبة ودرجة الحرارة المناسبة تنشط اليرقات لتكمل دورة حياتها.

تتمثل هذه المجموعة بنيماتودا تعقد البذور .*Anguina* spp. يمكن لهذه النيماتودا ان تكون ناقلة للبكتريا الممرضة للنبات *Corynebacterium tritici* (Prescott *et al.* ; Lambert & Bekal, 2002) .



شكل 1.12 : آلاف النيماتودا *Anguina* spp تخرج من عقد الحبوب في الماء
عن : (McKenry & Roberts, 1985)

نيماتودا الأوراق (Foliar Nematodes)

تنتمي نيماتودا الأوراق إلى جنس *Aphelenchoides*. تغذية هذه المجموعة من النيماتودا يمكن ان تكون داخلية أو خارجية التطفل إعتمادا على العائل(McKenry & Roberts, 1985).

تنتقل البالغات على غشاء مائي إلى الساق ومنه إلى الأوراق حيث تخترقها عن طريق الثغور. تتغذى النيماتودا على خلايا الورقة بطريقة نخرية مؤدية إلى قتل الخلايا ومتنقلة بين انسجة الورقة وتعاني الإنسلاخ وتضع البيض. كما يمكن للينيماتودا الإنتقال من ورقة إلى أخرى عند توفر الرطوبة. تسبب النيماتودا إصفرار الأنسجة مابين العروق ونخر الأوراق وقتلها. تشتي النيماتودا داخل انسجة الورقة المصابة لحين توفر

الظروف الملائمة. كما ان انتشار الأوراق المصابة الميتة بواسطة الرياح وغيرها من العوامل ينشر بدوره النيماتودا إلى مناطق جديدة(Lambert & Bekal, 2002).

جينات التطفل في النيماتودا

Genes of Parasitism in Nematodes

الإنزيمات أو الجزيئات الإشارية وغيرها من العوامل التي تشترك في إمراضية النيماتودا على النبات تنتج في غدد المريء التحت بطنية والتحت ظهرية وتفرز أو تحقن في خلايا النبات العائل عن طريق الرمح. هذه العوامل تسهل عملية إنتقال النيماتودا خلال انسجة النبات وتكييف خلايا العائل لتوفير المتطلبات الغذائية لها. يبدو ان الخلايا الغدية التحت بطنية هي المسؤولة عن المرحلة الاولى من التطفل حيث يتم التعبير عن جينات الإمراضية المشفرة للإنزيمات المحللة لجدران الخلايا أو البروتينات الملينة للجدار Expansins. ومما يدعم ذلك من بين امور اخرى هو ضمور هذه الغدد في المراحل الأخيرة من عملية التطفل. أما الغدة الظهرية فيكبر حجمها بعد تحقيق التطفل وتبقى نشطة طيلة حياة الأنثى وإفرازاتها تعمل على حث وإدامة المجمع الغذائي(Lilley *et al.*,2005).

من بين حوالي 15 000 إلى 20 000 جين تشكل جينوم النيماتودا الممرضة للنبات (*Caenorhabditis elegans*) ثمة نسبة صغيرة منها تشترك في تشفير البروتينات المسؤولة مباشرة عن الإمراضية.

الجينات المؤثرة على جدران الخلايا النباتية

تحتاج النيماتودا الداخلية التطفل الساكنة إلى اختراق أو تحليل أو تليين جدران الخلايا النباتية من أجل الوصول إلى مواقع التغذي والإنتقال خلال الجذر في مراحل

نموها المختلفة. ومع استخدام القدرة الميكانيكية للرمح على الاختراق فإنه لا يكفي لوحده نت تحقيق متطلبات النمو والتحرك خلال الجذر ولا بد من استخدام الإنزيمات المحللة للمساعدة على تحقيق الهدف(Mitchum *et al.*,2007).

تم كلونة الجينين *Hg-eng-1* و*Gr-eng-1* والمسؤولين عن تشفير إنزيمات -ß 1,4- endoglucanases (إنزيمات محللة للسليلوز Cellulases) في الغدد البطنية للنيماتودا الحوصلات *Heterodera glycines* و*Globodera rostochiensis*. الجدير بالذكر أن هذه الإنزيمات المحللة للسليلوز تشابه كثيرا نظيراتها في البكتريا وضعيفة الشبه بنظيراتها في الأحياء الحقيقية النواة ومنها النيماتودا *C. elegans*. إن هذا يشير إلى إكتساب النيماتودا الحوصلات لهذه الجينات عبر الإنتقال الأفقي من الأحياء البدائية النواة في مرحلة من تطورها. وتم عزل جينات إنزيمات سليوليزات اخرى في النيماتودا *Heterodera glycines* و*Globodera tabacum* و*H. schachtii* و *M. incognita* و *Pratylenchus penetrans* . لم يثبت إشتراك الإنزيمات المحللة للسليلوز المفرزة من قبل النيماتودا الحوصلات في تحليل جدران المجمع الخلوي (Syncytium) المستخدم في تغذي النيماتودا وإنما من قبل الإنزيمات المحللة لسليلوز خلايا العائل عبر التكييف الجيني لها من قبل النيماتودا(Goellner *et al.*,2001). وتم كلونة عائلة Glycosyl hydrolase من 45 جين محلل للسليلوز من نيماتودا ذبول الصنوبر *Bursaphelenchus xylophilus*.

الجين *Mj-cm-1* الذي يشفر لإنزيم Chorismate mutase والمشابه لنظيره البكتيري وجد في الغدة المريءية تحت البطنية للنيماتودا *M. javanica*. هذا الإنزيم يبتدء عملية تحويل المركب Chorismate وهو الناتج النهائي لمسار Shikimic acid (مصدر الأحماض الأمينية) إلى الأحماض الأمينية Phenylalanine وTyrosine. وهكذا فإن حقن نواتج هذا الجين في سايتوبلازم خلية لنبات عائل يمكن أن يغير من طيف المركبات المعتمدة على Chorismate والتي لها ادوار في تكوين مواد الجدار وتخليق الهرمونات وبعض المركبات ذات النشاط الدفاعي كما أن التيروسين يمكن أن يستخدم من قبل النيماتودا في تكوين الكيوتكل.

تم كلونة cDNA مسؤولة عن تشفير الإنزيم Pectate lyase واخرى مسؤولة عن تشفير الإنزيم Polygalacturonase في بعض أنواع النيماتودا الممرضة للنبات. هذه

الإنزيمات تشترك في عملية تحليل المواد البكتينية في الصفائح الوسطى التي تلصق جدران الخلايا النباتية المتجاورة.

الدراسات الجزيئية اظهرت ان اكثر من 73 % من الجينات المتعلقة بإمراضية النيماتودا *H. glycines* و *M. incognita* تشفر لبروتينات جديدة خاصة بها. من بين هذه البروتينات والتي لها شبه بالبروتينات المعروفة Pectate lyase و Chorismate mutase وAnnexin و Citinase وAid phosphatase(Hussey *et al.*,2002).

تم الكشف عن تتابع جينات مشفرة لبروتينات رابطة للسليلوز تنتج من قبل نيماتودا تعقد الجذور والنيماتودا الحوصلات والتي يمكن ان يكون لها دورا في تكييف إستطالة الخلايا ونموها.

وتم تشخيص مجموعتين من البروتينات المحورة لجدران الخلايا النباتية تنتج من قبل النيماتودا الممرضة للنبات : Expansin مكلون من النيماتودا الحوصلات على البطاطا و-Endo

4-â-xylanase1, من نيماتودا تعقد الجذور.

تم الكشف عن إنتاج مشابهات Xylanase في نيماتودا *Meloidogyne javanica* و*M. arenaria* و*M. chitwoodi* ولكن ليس في *M. hapla* أو النيماتودا الحوصلات(Mitchum *et al.*,2007).

الجينات المؤثرة في ايض النبات

التاثير على الهرمونات النباتية من قبل النيماتودا يسهم في إمراضيتها. إن تكوين الخلايا المغذية للنيماتودا يمكن ان تتضمن تكييف مسارات إستجابة الأوكسينات والأثيلين. فالطافرات من نبات *Arabidopsis* غير المتحسسة للأوكسين تظهر مقاومة للنيماتودا الحوصلات *Globodera rostochiensis* وطافرات الطماطة غير المتحسسة للأوكسين تظهر مقاومة للنيماتودا *H. schachtii* وهذا ربما يشير إلى أهمية الأوكسين في المراحل الأولى لتكوين المجمعات الغذائية. كما ان طافرات نبات *Arabidopsis* غير المتحسسة للأثيلين لا تدعم نمو سوى عدد قليل من إناث النيماتودا وتثبيط

توصيل إشارات الأثيلين يفشل عملية التطفل. لكن الطافرات التي تكوّن المزيد من الأثيلين تكون حساسة جدا للإصابة بنيماتودا *H. schachtii* وتكوّن مجمعات غذائية واسعة وتنمو فيها إناث كبيرة. ويمكن ان يكون توسع المجمعات الغذائية ناتج عن زيادة تكوين الأوكسين المحفز من النيماتودا. لا يبدو ان النيماتودا الحوصلات تفرز أوكسينات في الخلية المصابة لكنها تفرز بروتينات تستقطب الأوكسينات نحو الخلايا المغذية وتعيق خروجها منها(Lilley *et al.*,2005).

تفرز النيماتودا الحوصلات ونيماتودا تعقد الجذور في سايتوبلازم خلايا النبات العائل الإنزيم Chorismate mutase الذي يعمل في مسار Shikimc acid المسؤول عن تخليق الأحماض الأمينية. في هذا المسار تحول نواتج مسار التحلل السكري ومسار السكر الخماسي المفسفر إلى Chorismate الذي يمثل نقطة تفرع أيضية لإنتاج الأحماض الأمينية العطرية مثل Phenylalanine وTryrosine وTryptophan والتي لها ادوار أيضية مهمة كمصادر لهرمون indole-3-acetic acid والفلافينويدات وحامض السلسليك والفايتوالكسينات والتي تلعب ادوار مهمة في علاقة الممرض بالنبات(Mitchum *et al.*,2007).

إفراز الببتيدات الإشارية

طورت النيماتودا الممرضة للنبات ببتيدات صغيرة تحاكي الجزيئات الإشارية للنبات من اجل برمجة نمو الخلايا النباتية بما يخدم تطفل الممرض خصوصا في مواقع التغذية. أول جين يشفر لببتيد إشاري شخص في النيماتودا *H. glycines* ويحتوي على مجال في النهاية C مشابه لببتيدات CLE النباتية والتي تلعب دورا مهما في تنظيم تكشف النبات.

ويشفر جين *D1016* في النيماتودا *M. incognita* لببتيد إشاري من 13 حامض أميني يتداخل مباشرة مع بروتين منظم خلوي في النبات. يتشابه هذا الببتيد مع الببتيد النباتي CLV3. التعبير الزائد عن هذا الجين في النبات النموذجي *Arbidopsis* يؤدي

إلى تحفيز مهم في نمو الجذر لكنه لا يظهر تغيرات على النمو الهوائي للنبات.

مجموعة ثالثة من الجينات هي *dgl1* تشفر لببتيدات إشارية مفرزة من النيماتودا الحوصلات على البطاطا *G. rostochiensis*. تم كشف التعبير الزائد عن جينات *dgl1* في الجذور الشعرية للبطاطا أحدها يزيد بصورة دراماتيكية من تكوين الجذور الجانبية(Mitchum *et al.*,2007).

جينات المقاومة ضد النيماتودا
Resistance Genes Against Nematodes

تمتلك النباتات ذخيرة من جينات المقاومة ضد الإصابات الفطرية والبكتيرية والفايروسية والنيماتودية. في العديد من الحالات يتمكن النبات من التعرف على الممرض بواسطة نشاط جينات المقاومة (*R* genes) العائدة له وجينات اللافوعة (*Avr* genes) في الممرض. التعرف يحث سلسلة من التفاعلات المتتالية بضمنها تفاعل فرط الحساسية (HR) Hypersensitive Response الذي يتضمن موت سريع للخلايا المصابة لتقتل معها خلايا الممرض التي بداخلها.

تعتبر النباتات مقاومة للنيماتودا إذا كانت لا تدعم تكاثر النيماتودا.

إن كلونة جينات *R* بين ان هذه الجينات تشفر لبروتينات ذات نمط تركيبي متكرر من 20 إلى 30 حامض اميني تسمى التكرار الغني بالليوسين Leucine-Rich Repeat (LRR). إن لتركيب LRR فعالية في تداخل بروتين – بروتين في العديد من الأحياء ويمكن ان يكون لها دورا في خصوصية التعرف على الممرض. هذه الجينات تنقسم إلى مجموعتين : مجموعة تشفر لبروتينات LRR تحتوي على نهاية امينية وترتبط بغشاء الخلية ومجموعة تنتج بروتينات في السايتوبلازم تمتاز بكونها تحتوي على منطقة محافظة من 260 حامض اميني لها موقع رابط للنيوكليدات Nucleotide Binding Site (NBS) ومنطقة LRR ذات نهاية كاربوكسيلية. منطقة NBS تشابه

مجال ATPase في البروتينات التي تلعب دورا منظما رئيسا في بلمرة البروتينات المشتركة في عملية الموت المبرمج (Apoptosis) للخلايا.

في بعض الحالات، يخضع التآثر على المستوى الجزيئي بين النيماتودا والنبات لمبدأ جين إلى جين. هذا ما توضح مع النيماتودا الحوصلات على البطاطا *G. rostochiensis* ونبات البطاطا الحامل لجين المقاومة *H1*(Mitchum *et al.*,2007).

تم إكتشاف عدد من جينات المقاومة ضد النيماتودا في بعض انواع النباتات مثل الطماطة والبطاطا وفول الصويا ومحاصيل الحبوب وبعض النباتات البرية.

أول جين مقاومة ضد النيماتودا في النبات تمت كلونته هو *Hs1pro-1* تم إستحصاله من نبات بنجر سكري بري يعطي مقاومة ضد النيماتودا الحوصلات الممرضة للبنجر *Heterodera schachtii*. هذا الجين يشفر لبروتين صغير ذو نهاية امينية يرتبط بالغشاء البلازمي.

الجين *Mi-1* استحصل من نبات قريب لنبات الطماطة *peruvianum Lycoperisicon* يكسب نبات الطماطة *L. esculentum* مقاومة ضد عدد من أنواع نيماتودا تعقد الجذور وحشرة من البطاطا *Macrosiphum euphorbiae*. هذه البروتينات تحتوي على مجالات NBS وLRR لكنها تفتقد للتتابع الإشاري الأمر الذي يعني ان عملية تعرف النبات على الممرض إن تحصل فإنها تتم في السايتوبلازم. ولجينات Mi منطقة شابك ليوسين (Leucine Zipper (LZ) تسبق منطقة NBS وتعمل كمجال تداخل بروتين – بروتين.

الجين *Gpa2* يكسب النبات مقاومة ضد بعض عزلات النيماتودا الحوصلات الممرضة للبطاطا *Globodera pallida*. هذا الجين من عائلة جينات NBS–LRR ويحتوي على LZ قرب النهاية الأمينية. هذا الجين، من خلال تتابع الأحماض الأمينية التي يشفرها، عالي التشابه مع الجين *Rx1* الذي يكسب النبات مقاومة ضد الفايروس *Potato Virus* X. كما توجد جينات اخرى مقاومة للنيماتودا تشترك في إحتوائها على مجالات NBS–LRR مثل *GroI* الذي يكسب مقاومة ضد النيماتودا الحوصلات على البطاطا و*Cre3* الذي يعمل ضد إصابات النيماتودا الحوصلات على محاصيل الحبوب. وتم التعرف على 8 جينات على الأقل تشترك في مقاومة نيماتودا تعقد

الجذور في نبات الطماطة البري *L. peruvianum*. أما وراثة مقاومة النيماتودا في عدد من المحاصيل خصوصا فول الصويا فتكون معقدة حيث تحتوي على جينات سائدة ومتنحية معا تم تخريط بعضها(Williamson ,1999).

آليات المقاومة ضد الإصابات النيماتودية

Resistance Mechanisms Against Nematodes

تختلف توقيتات ومواقع وآليات المقاومة في النبات ضد الإصابات النيماتودية المختلفة.

إن إستجابة نباتات الطاطة المقاومة للنيماتودا تكون مشابهة لإستجابة النباتات الحساسة من حيث اختراق النيماتودا وتنقلها داخل الجذر لكنها تتوضح في كونها لا تسمح بتكوين الخلايا العملاقة. هذا يتوضح من خلال حصول نخر موضعي في الخلايا القريبة من النهاية الأمامية للنيماتودا خلال أيام من بدء الإصابة مما يرجح حصول تفاعل فرط الحساسية (HR). المقاومة الناشئة عن نشاط الجين *Mi* تفقد في درجات الحرارة المرتفعة ويظهر انها تحصل خلال 24 – 48 ساعة من بدء الإصابة والتي تحفز بواسطة إفرازات النيماتودا داخل الخلايا.

ثمة جينات مقاومة أخرى يبدو أنها تعمل متأخرة مقارنة بجين المقاومة *Mi*. الجين *H1* الذي يعمل ضد الإصابة بالنيماتودا *G. rostochiensis* على البطاطا في وقت تكوّن موقع التغذية وتحول النيماتود إلى ساكنة. إن العدد القليل من النيماتودا التي توجد في جذور النبات المحتوي على جين المقاومة هذا يكون من الذكور الأمر الذي يشير إلى ان النبات ليس مفضلا للتغذية. اما المقاومة الناتجة عن نشاط الجين *Hs1pro-1* فلا تتضمن تفاعل فرط الحساسية بل آلية جديدة حيث يموت النيماتودا في الطور اليرقي الثاني بسبب تحلل مجمع التغذية (Syncytium) في النبات(Williamson ,1999).

تأثير النيماتودا على النبات

Effects of Nematodes on Plants

معظم الطفيليات ومنها النيماتودا تسبب أضرار مختلفة على النبات. لكن على العموم لا تظهر الأضرار التي تسببها النيماتودا على النبات إلا بعد بضعة سنين من بدء الإصابة تكون النيماتودا خلالها قد زادت من آهلاتها ووسعت انتشارها. وبسبب حجمها المجهري وبطيء ظهور الأعراض لا تجلب النيماتودا أنظار المزارعين كونها تتوجه عادة إلى المسببات البيئية والزراعية والمسببات المرضية الأخرى السريعة التطور كالفطريات والبكتريا والفايروسات.

تسبب النيماتودا اضرارا مباشرة تتمثل بالجروح لتي تحدثها بواسطة الرمح والاختراق والحركة خلال الأنسجة والتي على العموم تكون ذات اثر محدود مقارنة بالمؤثرات الكيميائية التي تحصل بإفراز الإنزيمات أو منظمات النمو وإستهلاك المواد الغذائية التي تسبب بمجموعها تأثيرات تركيبية وفسلجية مختلفة.

تلعب النيماتودا ادوار مختلفة الأهمية في نقل المسببات المرضية كالفايروسات والفطريات والبكتريا وتوفر الجروح المطلوبة لاختراق المسببات والتي تدخل بعضها معها مباشرة إلى داخل النبات. كما ان النيماتودا بتاثيراتها الضارة بصحة النبات تضعف مقاومته تجاه المسببات المرضية الأخرى.

نتيجة لأضرار النيماتودا التركيبية والفسلجية وعند تراكمها ستظهر بشكل اعراض على الأجزاء فوق الأرضية للنبات كالذبول والإصفرار والتقزم والموت التراجعي للأطراف والنخر والقروح وضعف الإنتاج وغيرها والتي تشترك في الكثير منها مع أضرار العوامل البيئية كالجفاف أو المسببات المرضية الأخرى كالفطريات وغيرها. مع ذلك ثمة اعراض قد تتميز بها النيماتودا مثل تشوه الأوراق والسيقان(*Ditylenchus* spp.) وتلون الأوراق (*Aphelenchoides* spp.) وتكوّن العقد على الأوراق والبذور (*Anguina* spp.) وموت وتشوه الأزهار والقمم النامية.

على الأجزاء تحت الأرضية تتميز أعراض النيماتودا بقروح الجذر (*Pratylenchus* spp. و*Radopholus* spp.) والعقد الجذرية (*Meloidogyne* spp. و*Xiphinema* spp. و*Hemicycliophora* spp.) وفرط التفرع الجذري

(*Paratrichodorus* spp.) ومـــوت اطـــراف الجـــذور (*Paratrichodorus* spp.) و(*Xiphinema* spp.) وإتساخ الجذر بكتل التربة نتيجة المواد اللزجة التي تنتجها النيماتودا (*Tylenchulus* spp.) والقروح على الدرنات (*Pratylenchus* spp.) والعقد (*Meloidogyne* spp.) والتعفن الطري والجاف على الدرنات (*Ditylenchus* spp.).

أما الأعراض الحقلية فتظهر بشكل رقع دائرية تقريبا أو غير منتظمة من النباتات المتاثرة مع نمو كثيف للأدغال تتوسع مع الوقت.

النباتات تختلف في حساسيتها ومقاومتها للإصابات النيماتودية. هناك النباتات الحساسة التي تسمح بتغذي وتكاثر حر للنيماتودا. النباتات المتحملة تسمح بالتغذي والتكاثر للنيماتودا دون أن تتضرر. النباتات غير العائلة قد تكون مقاومة تسمح بتغذي محـدود دون السـماح للنيمـاتودا بالتكـاثر أو منيعـة لا تسـمح بالتغـذي أو التكاثر(SAFRINET,1999).

دورة حياة النيماتودا

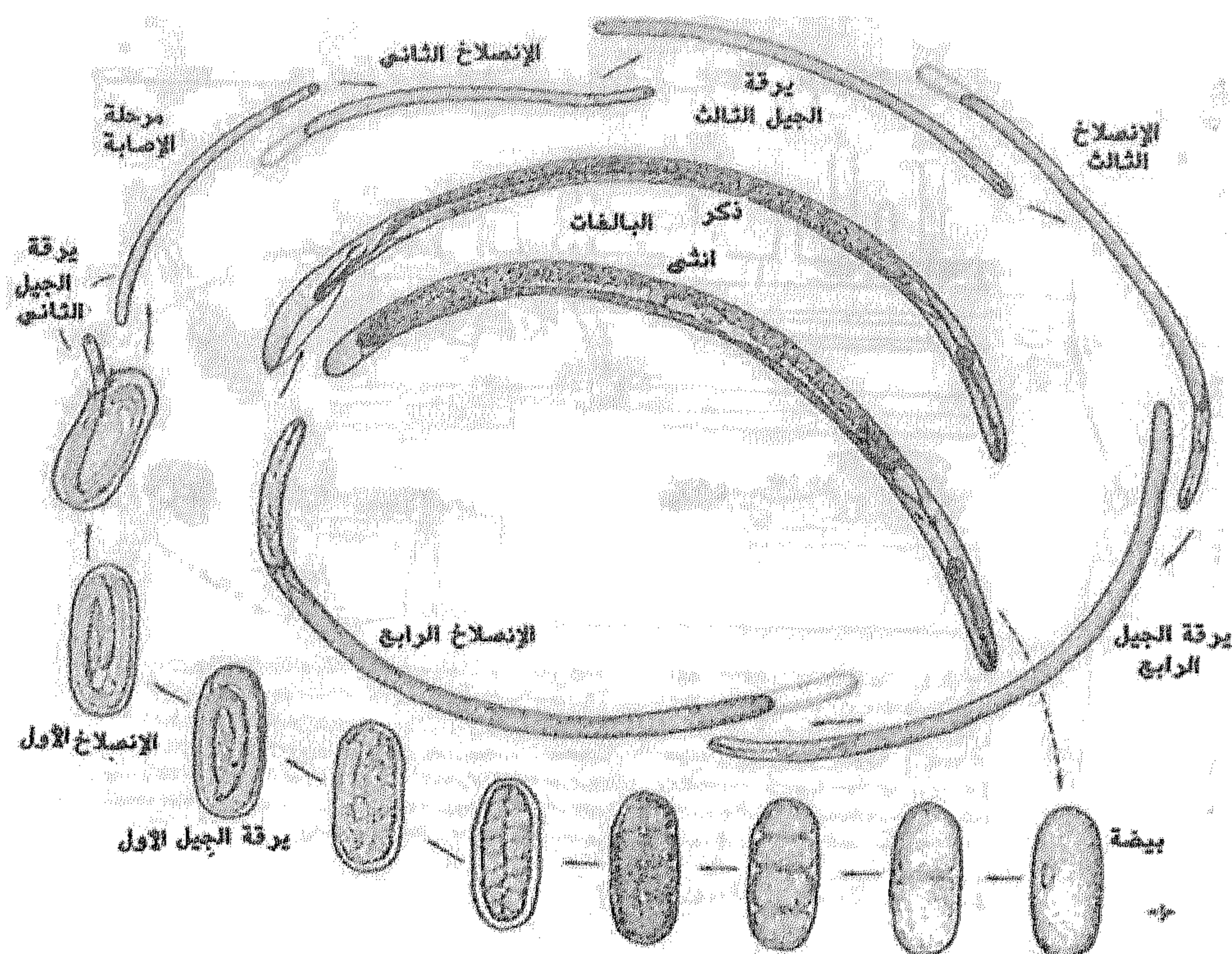
Life Cycle of Nematodes

تتميز دورة حياة النيماتودا بالبساطة والتشابه بين الأنواع المختلفة. تتالف دورة الحياة من ستة أطوار هي : البيضة والأطوار اليرقية الأول والثاني والثالث والرابع وطور البلوغ. في اغلب النيماتودا يتكون الطور اليرقي الأول داخل البيضة وينسلخ داخلها حيث تفقس عن الطور اليرقي الثاني.

يقوم الطور اليرقي الثاني بالتغذي قبل ان يعاني الإنسلاخ. عموما يمكن لجميع أطوار النيماتودا التغذي مع ذلك تظهر بعض الأنواع عدم تغذي الطورين اليرقيين الأول والثاني معتمدين على الغذاء الذي وفرته البيضة. إن إيجاد النبات العائل والتغذي وتحقيق الإصابة هي شرط بقاء النيماتودا في الأطوار القادرة على ذلك وإلا فإنها ستموت جوعا وهذا قد لا يتجاوز أشهر قليلة . مع ذلك يمكن لبعض الأطوار اليرقية أن تتيبس وتمر بفترة سكون تعود بعدها إلى النشاط وتحقيق الإصابة. في أغلب النيماتودا تتميز البالغات إلى ذكور وإناث ولكن في بعض الأنواع توجد الإناث فقط

والتي تنتج البيض والحيامن وبذلك تكوّن بيوض مخصبة. إن تكوين البيض يعني إكمال دورة الحياة (شكل1.13).

تختلف أنواع النيماتودا بعدد البيض التي تضعه الأنثى لكنه على العموم يتراوح بين 50 إلى 500 واحيانا يصل إلى بضعة آلاف. تختلف مدة دورة الحياة ايضا حسب نوع النيماتودا والنبات العائل والظروف البيئية خصوصا درجة الحرارة. على العموم يمكن أن تقضي النيماتودا دورة حياتها بين 2 – 4 اسابيع في درجات الحرارة الملائمة لكن دورة الحياة تكون اطول في درجات الحرارة المنخفضة(Crow & Dunn,2005 ; Agrios,1997).



شكل 1.13 : مخطط دورة حياة النيماتودا

عن : (Ayoub, 1980)

تصنيف النيماتودا

Classification of Nematodes

شعبة *Nematoda*

رتبة *Tylenchida*

تحت رتبة *Tylenchina*

فوق عائلة *Tylenchoidea*

عائلة *Anguinidae*

جنس *Anguina* نيماتودا تعقد البذور والقمح.

جنس *Ditylenchus* نيماتودا الساق والأبصال في الجت والبصل والنرجس وغيرها.

عائلة *Belonolaimidae*

جنس *Belonolaimus* النيماتودا الواخزة في محاصيل الحبوب والبقوليات والقرعيات وغيرها.

جنس *Tylenchorhynchus* نيماتودا تقزم التبغ والذرة والبن والقطن وغيرها.

عائلة *Pratylenchidae*

جنس *Pratylenchus* نيماتودا القروح في نباتات المحاصيل والأشجار.

جنس *Radopholus* النيماتودا الحفارة في الموز والحمضيات والبن وقصب السكر وغيرها.

جنس *Nacobbus* نيماتودا تعقد الجذور الزائف.

عائلة *Hoplolamidae*

جنس *Hoplolaimus* النيماتودا الرمحية في الذرة وقصب السكر والقطن والجت

وغيرها.

جنس *Rotylenchu* النيماتودا اللولبية على النباتات المختلفة.

جنس *Heliocotylenchus* النيماتودا اللولبية على النباتات المختلفة.

جنس *Rotylenchulus* النيماتودا الكلوية على القطن والبابايا والشاي والطماطة وغيرها.

عائلة *Heterodridae*

جنس *Globodera* النيماتودا الحوصلات المدورة على البطاطا.

جنس *Heterodera* النيماتودا الحوصلات على التبغ وفول الصويا والبنجر السكري ومحاصيل الحبوب.

جنس *Meloidogyne* نيماتودا تعقد الجذور على جميع نباتات المحاصيل تقريبا.

فوق عائلة *Criconematoidea*

عائلة *Criconematidae*

جنس *Criconemella* سابقا *Criconema* و*Creconemoides* النيماتودا الحلقية على النباتات الخشبية ومسبب مرض قصر حياة شجرة الخوخ.

جنس *Hemicycliophora* نيماتودا الغمد على النباتات المختلفة.

عائلة *Paratylenchidae*

جنس *Paratylenchus* النيماتودا الدبوسية على النباتات المختلفة.

عائلة *Tylenchulidae*

جنس *Tylenchulus* نيماتودا الحمضيات على الحمضيات والعنب والزيتون والليلك وغيرها.

تحت رتبة *Aphelenchina*

عائلة *Aphelenchoididae*

جنس *Aphelenchoides* نيماتودا الأوراق على الأقحوان والشليك والبقونيا والرز وجوز الهند وغيرها.

جنس *Bursaphelenchus* نيماتودا ذبول الصنوبر واشجار جوز الهند أو الدودة الحلقية الحمراء.

رتبة *Dorylaimida*

عائلة *Longidoridae*

جنس *Longidorus* النيماتودا الأبرية على بعض النباتات.

جنس *Xiphinema* النيماتودا الخنجرية على الأشجار والأعناب الخشبية والعديد من النباتات الحولية.

عائلة *Trichodoridae*

جنس *Paratrichodorus* نيماتودا الجذر المتين على محاصيل الحبوب والخضروات والتوت والتفاح.

جنس *Trichodorus* نيماتودا الجذر المتين على البنجر السكري والبطاطا ومحاصيل الحبوب والتفاح(Agrios,1997).

يسهل تشخيص النيماتودا إلى مستوى الجنس بمساعدة المجهر المركب، لكن تشخيص الأنواع يتطلب دراسة مظهرية تفصيلية ودراسات إمراضية وتحليلات إنزيمية وجزيئية. الدراسات المظهرية تشمل تركيب التجويف الفمي (وجود أو غياب الرمح) وشكل وتداخل غدد المريء مع المعي وشكل وحجم الدودة البالغة وحجم الرأس والذيل وعدد المبايض وموقعها في الإناث. كذلك بعض الصفات غير الواضحة تماما مثل عدد الخطوط التي تحيط ادمة الدودة ووجود أو غياب اعضاء التحسس. من أجل تشخيص النيماتودا الممرضة للنبات يمكن الرجوع الى(Mai *et al.*, 1996).

الأحياء الدقيقة المضادة للنيماتودا

Microorganisms Antagonist to Nematodes

البكتريا (Bacteria)

Pasteuria

البكتريا *Pasteuria* موجبة لصبغة كرام، خيطية، مكونة للأبواغ الداخلية وتتطفل خلويا على النيماتودا والقشريات. الأنواع المشخصة أربعة، *Pasteuria ramose* عزلت من براغيث البحر والأنواع الثلاثة الأخرى معزولة من النيماتودا الممرضة للنبات. البكتريا *P. penetrans* عزلت من نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. و *P. thornei* من النيماتودا القرحية *Pratylenchus* spp. و *P. nishizawae* من النيماتودا الحوصلات من أنواع تعود للجنسين *Heterodera* و *Globodera*. وتم تشخيص نوع خامس جديد هو ‘*Candidatus* Pasteuria usgae’ sp. nov. من النيماتودا الواخزة *Belonolaimus longicaudatus*.

هذه النواع من البكتريا متطفلة مجبرة يصعب زراعتها على الوساط الزرعية الأمر الذي يعقد دراستها(Giblin-Davis *et al.*,2003).

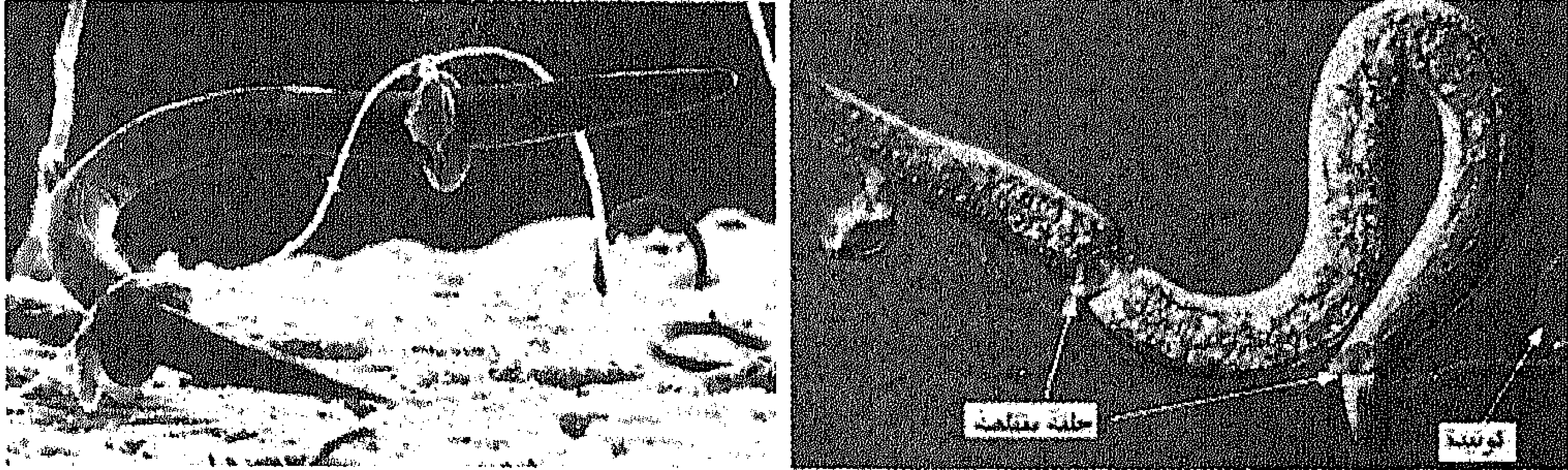
الفطريات المتطفلة على النيماتودا

Parasitic Fungi on Nematodes

تتعرض النيماتودا لمهاجمة أكثر من 200 نوعا من الفطريات التي تتطفل عليها وتحددها ويمكن أن تستخدم في مكافحتها(Nordbring-Hertz *et al.*,2006). يميز الفطر المهاجم للنيماتودا بتكوينه غزلا فطريا على جسم النيماتودا فهي قادرة على النمو الرمي ايضا.

تستخدم الفطريات الصائدة للنيماتودا طرق مختلفة منها تكوين مواد لاصقة على

أي جزء من جسم النيماتودا أو تكوين أفخاخ مختلفة منها شبكة لزجة ثلاثية الأبعاد تمسك بالنيماتودا وأفرع عمودية لزجة وعقد لزجة وحلقات متقلصة تطبق على الفريسة وحلقات غير متقلصة (الأشكال1.14 و1.15 و1.16 و1.17).



شكل 1.14 : الفطر *Drechslerella anchonia* يصطاد النيماتودا بتكوين الحلقات المتقلصة، لاحظ الكونيدة النابتة للفطر والخيط الفطري الناشيء عنها والحلقات المتقلصة بالمجهر الضوئي(يمين) والمجهر الإلكتروني الماسح(يسار)

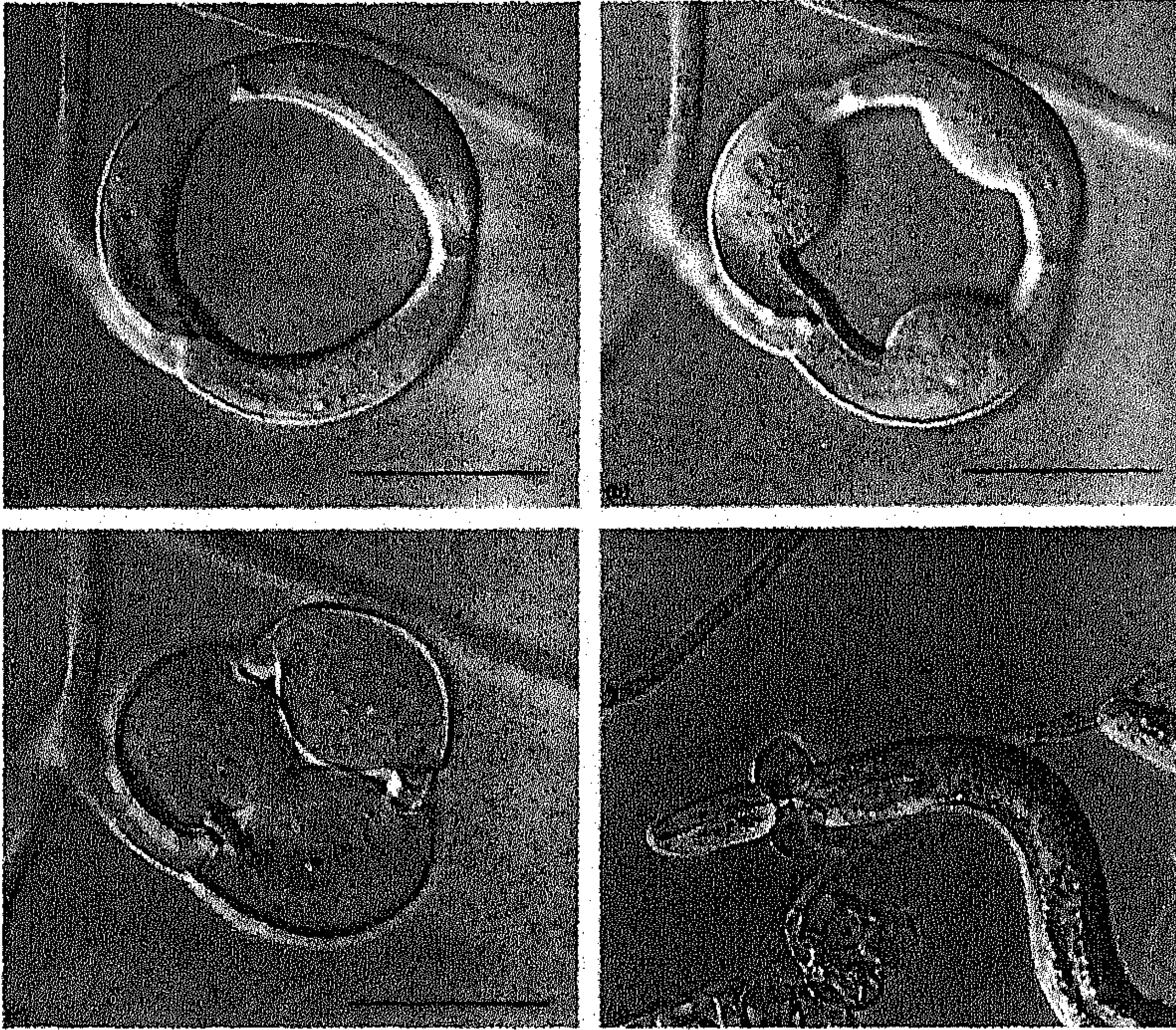
عن :

(*George Barron & Nancy Allin, University of Guelph, Canada*

Microbiology Today,Nov. 2008

http://www.sgm.ac.uk/pubs/micro_today/pdf/110809.pdf)

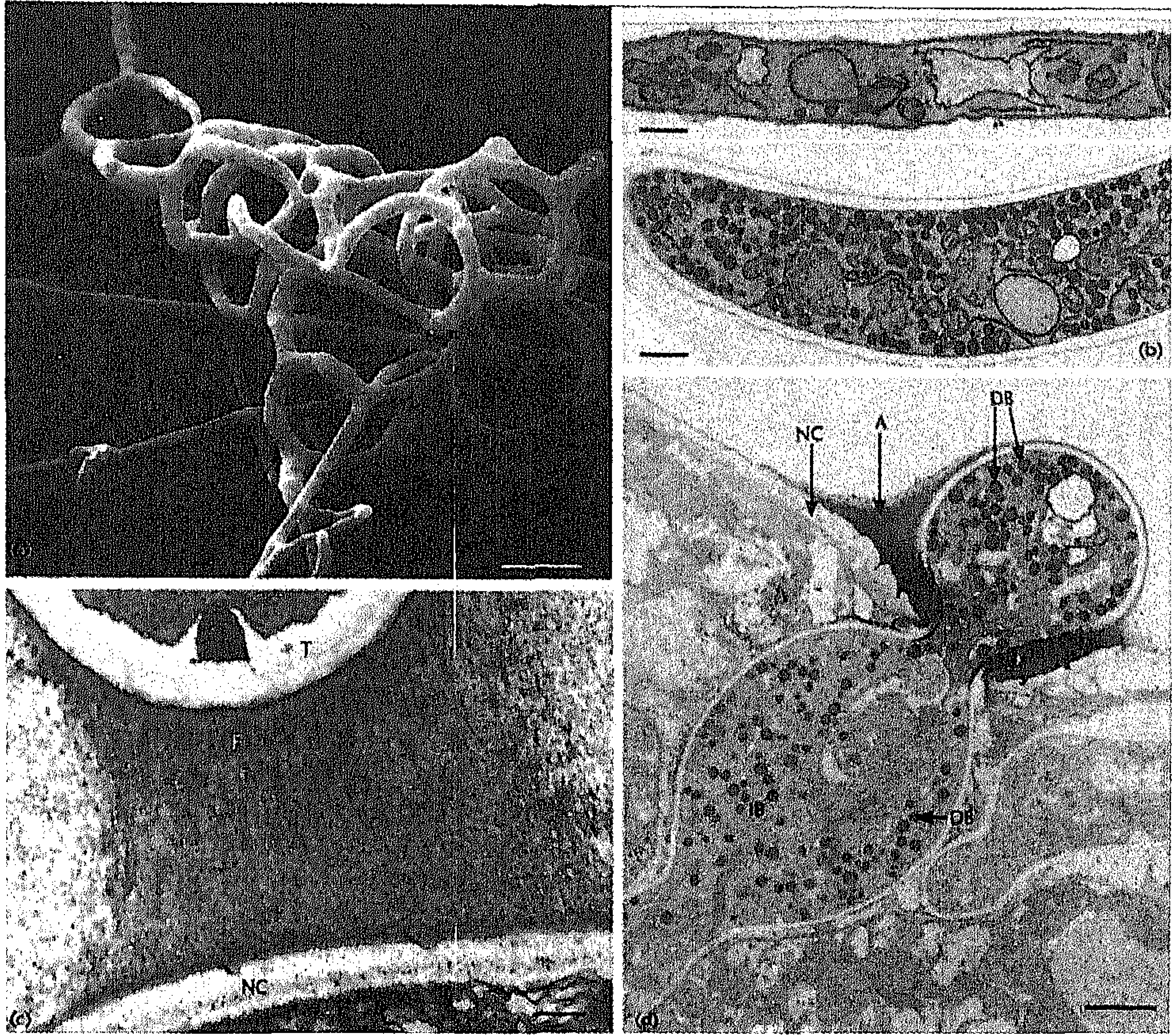
من الفطريات التي تتطفل خارجياً على النيماتودا أنواع *Acaulopage* و*Dactylellina* و*A. oligospora* و*A. robusta* و*Arthrobotrys musiformis* و*M. mamillatum* و*Macrosporium bembicodes* و *Gamsylella* و*Drechslerella* و*M. ellipsosporum* و*Nematoctonus* .



شكل 1.15 : آلية الإصطياد بواسطة الحلقة المتقلصة للفطر *A. brochopaga*. (a–c) تم تحفيز غلق الحلقة بواسطة المعاملة بالحرارة داخلها. الغلق سريع (0 .1 ثانية)، غير عكسي ويتصاحب مع زيادة كبيرة في حجم الخلية مؤديا إلى الغلق الكامل تقريبا لفتحة الحلقة. قياس الخط 5 مكم. (d) نيماتودا تم إصطيادها بإحكام داخل الحلقة. قياس الخط 10 مكم

عن : (Nordbring-Hertz *et al.*,2006)

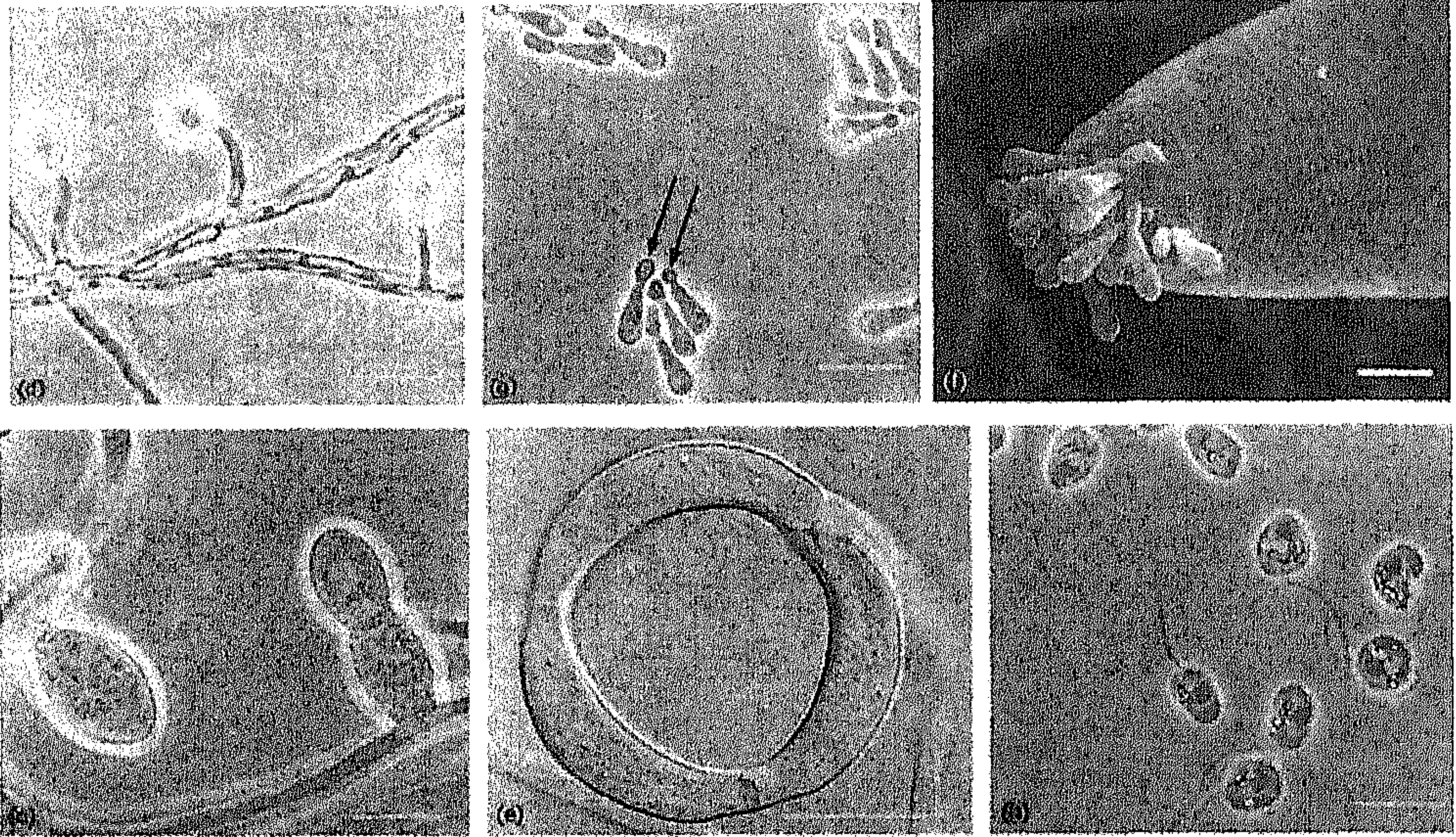
ومن الفطريات التي تتطفل داخلياً على النيماتودا *Catenaria* مثل *C. anguillulae* و*Drechmeria coniospora* و*Haptoglossa* مثل *Haptoglossa dicki* و*Harposporium anguillulae* و*Hirsutella* مثل *Hirsutella rhossoliensis* و*Myzocytium* و*Nematophthora* وفطريات أخرى مثل *Monacrosporium cionopagum* وكذلك *cystosporium* و *Trichothecium* و *Verticillium*. *balamoides*



شكل 1.16 : صور بالمجهر الإلكتروني لإصطياد النيماتودا بواسطة الفطر *A. oligospora*. (a) صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح للشبكة اللاصقة المحفزة بواسطة الببتيد. الخط = 10 مكم.(b) صورة بالمجهر الإلكتروني النافذ للخيط الفطري (اعلى) والخلية الصائدة. لاحظ وجود الأجسام الكثيفة في الخلية الصائدة فقط. الخط = 1 مكم. (c) صورة بالمجهر الإلكتروني النافذ بعد إصطياد الفطر للنيماتودا : تتجه خويطات (F) الإلتصاق من المصيدة (T) نحو كيوتكل النيماتودا (NC). الخط = 1 مكم. (d) اختراق كيوتكل النيماتودا، لاحظ الأجسام الكثيفة الإلكترونات(DB)، الغطاء اللاصق (A)، كيوتكل النيماتودا (NC) وبصيلة الإصابة (IB). الخط = 1 مكم

عن : (Nordbring-Hertz *et al.*,2006)

هنـاك عـددا مـن الفطريـات المتطفلـة علـى بيـوض النيمـاتودا وأكياسـها منهـا *Dctylella oviparasitica* و *Paecilomyces lilacinus* و *Pochonia chlamydosporia* و *Rhopalomyces* و *Myzocytium*.



شكل 1.17 : أنواع من تراكيب الإصابة في بعض أنواع فطريات النيماتودا. (c) فرع لاصـق من الفطر *M. gephyropagum*. الخط = 10 مكم. (d) العقدة اللاصقة للفطر *M. haptotylum*. الخط = 10 مكم. (e) الحلقة المتقلصة للفطر A. brochopaga. الخط = 5 مكم. (f) نيماتودا مصاب بأبوغ الفطر D. coniospora. الخط = 5 مكم. (g) أبواغ الفطر D. coniospora ذات براعم لاصقة(سهام). الخط = 10 مكم. (h) الأبواغ المتحركة للفطر Catenariae anguillula. الخط = 10 مكم

عن : (Nordbring-Hertz *et al.*,2006)

من الفطريات المضاد للنيماتودا والتي تستخدم بعض أنواعها في المكافحة

الحيوية للنيماتودا المسببة لأمراض النبات *Paecilomyces lilacinus* و *Chaetomium spirale* وفطر المكافحة الحيوية *Trichoderma harzianum* الذي يهاجم البيوض ويرقات الجيل الثاني للنيماتودا وأنواع *Trichoderma* الأخرى(Webster & Weber,2007 ; أحمد، 1998 Sharon *et al*.,2001 ; Suarez *et* *al*.,2004).

توجد الفطريات المضادة للنيماتودا في التربة خصوصا تلك الغنية بالمواد العضوية قرب جذور النباتات مثل المحاصيل البقولية كالبزاليا وفول الصويا. يمكن عزل هذه الفطريات بوضع نموذج التربة في طبق بتري يحتوي على النيماتودا الهدف وبعد بضعة أيام يتم مراقبة نمو الغزل الفطري على جسم النيماتودا عند فحصها تحت المجهر. ينقل الفطر النامي على النيماتودا إلى وسط زرعي ملائم ومن ثم يتم عزل الفطر بصورة نقية. تحتوي الترب عادة على 10 – 15 نوعا من الفطريات الصائدة للنيماتودا. أكثر هذه الفطريات شيوعا في العزل أنواع *Arthrobotrys*، *A. oligospora* يكثر في ترب المناطق المعتدلة و*A. musiformis* في المناطق الإستوائية. ومن الفطريات التي يكثر عزلها، الفطريات اللاقحية *Stylopage spp.* و *Cystopage spp.* والفطر الكتريدي *Catenaria anguillulae*(Nordbring-Hertz *et al*.,2006).

الفصل الثاني Chapter 2

عزل وفحص النيماتودا

Isolation and Examination of Nematodes

تعزل نماذج النيماتودا من النباتات المصابة والتربة المحيطة حيث أن النيماتودا الممرضة للنبات تتواجد فيهما مع أن بعض الأنواع التي تصيب الأجزاء الهوائية يمكن أن تعزل من الأجزاء فوق الأرضية.

أخذ العينة (**Sampling**)

النموذج الجيد هو ذلك الذي يعكس حقيقة وجود وتوزع النيماتودا في الحقل. عدد النماذج أو العينات المطلوبة يتناسب ومساحة الحقل المعني بالدراسة حيث يكون 10 في مساحة 5 م^2 و20 بين 5 و100 م^2 و30 في الحقول التي تزيد مساحتها عن 100م^2. يمكن مزج العينات لتشكل نموذجا خليطا يعبر عن توزع النيماتودا في الحقل. المواد النباتية (جذور أو سيقان) تجزأ إلى قطع بطول 1 سم قبل خلطها. حجم العينة يعتمد على طريقة جمعها لكنه يكون بحدود 100 سم^3 من التربة و50 غم من المواد النباتية. يجمع نموذج التربة من اعماق بحدود 20 سم مع معظم المحاصيل، لكن اعماق أكبر (30 – 100 سم) مع النباتات ذات الجذور العميقة أو اصغر (8 – 12 سم) في حالة النباتات السطحية الجذور تكون مناسبة. توضع النماذج في اكياس نايلون وتغلق ويفضل فحصها أو عزل النيماتودا منها مباشرة ولكن عند الضرورة يمكن فحصها خلال اسبوع أو توضع في الثلاجة لغرض الفحص لاحقا.

تهيئة العينة

التربة : تخلط التربة الجافة جيدا لعمل عينة مؤلفة من خليط العينات للمنطقة المحددة. تفتت كتل التربة ويستبعد الحصى والشوائب الغريبة. تمرر العينة من خلال غربال ذو فتحات قطر 1 – 2 ملم. يؤخذ نموذجين كل بحجم 100 سم^3 .

الجذور : يتم تخليص الجذور من التربة عن طريق غسلها بكميات وافرة من الماء أو تجت الحنفية.

استخلاص النيماتودا

Extraction of Nematodes

يوجد عدد من طرق استخلاص النيماتودا من نماذج التربة أو الجذور أو الأجزاء النباتية الأخرى تشمل طريقة الحضانة والغربلة (Sieving) وطريقة شبه آلية للغربلة والتركيز والطريقتين التاليتين :

طريقة الصينية أو طريقة بيرمان المحورة

Tray or Modified Bermann Technique

العزل من نماذج التربة

Isolation from Soil Samples

يغربل نموذج التربة كما في شكل 2.1 (1) ينقل نموذج التربة (100 سم^3) (2) إلى ورق الترشيح الموضوع على الغربال فوق الصينية (3). تضاف كمية من الماء إلى الصينية وليس على التربة أو ورق الترشيح بحيث تترطب التربة ولكن لا تغمر بالطبع(4). يمكن إضافة ماء إضافي فيما بعد إلى الصينية عند الحاجة للمحافظة على بقاء التربة رطبة. تترك المحتويات لمدة 48 ساعة (يفضل في الظلام) لإتاحة الوقت

الكافي لخروج النيماتودا من التربة (أو الجذور في حالة استخدامها) عبر ورق الترشيح والغربال (5). بعدها يرفع الغربال ومحتوياته ويترك الماء الزائد ينزل إلى الصينية (6). ينقل ماء الاستخلاص الذي يحتوي على النيماتودا إلى كأس نظيف معقم (7) وتغسل الصينية بكمية من الماء فوق الكأس (8). يترك سائل الاستخلاص ليستقر بعض الوقت (9). يقلل حجم سائل الاستخلاص (لغرض زيادة تركيز النيماتودا في السائل) بسحب كمية من الجزء العلوي وليس من القعر بواسطة ماصة (10) أو يمرر السائل من خلال غربال دقيق الثقوب (20 – 30 مكم) (11) ويغسل بكمية مناسبة من الماء للحصول على سائل عالي التركيز بالنيماتودا في كأس. ينقل النموذج الأخير إلى إنبوب عريض الفتحة مزود بغطاء محلزن (12) للمحافظة عليه وإجراء العد أو التعريف الخ.

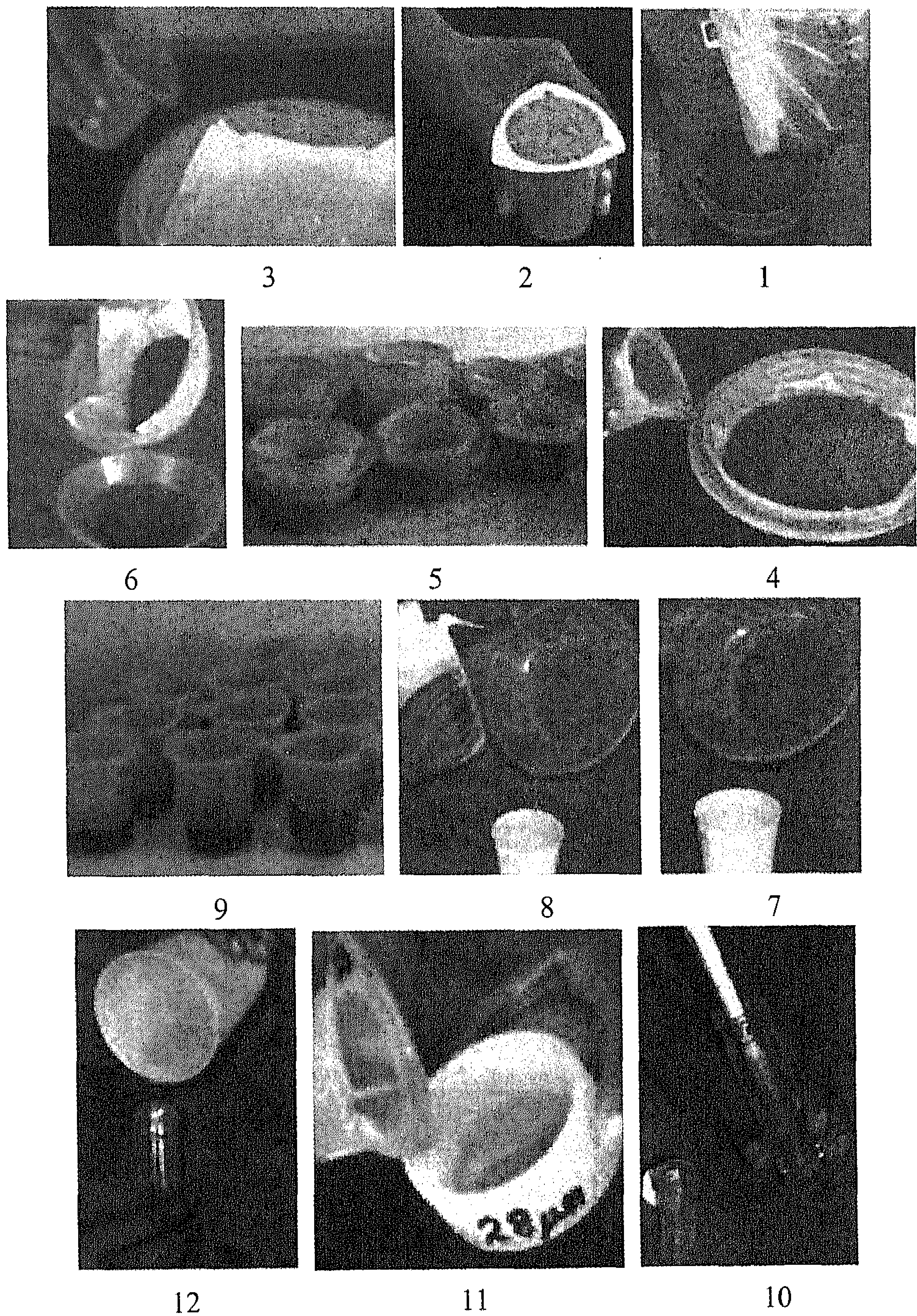
العزل من نماذج الجذور أو الدرنات

Isolation from Root or Tubers Samples

يمكن استخلاص النيماتودا من عينات الجذور أو الدرنات الخ. بالطريقة ذاتها وكما يلي:

تعزل الجذور الكبيرة القوية عن الجذور الرفيعة الغضة إن وجدت وفي هذه الحالة تعزل النيماتودا في كل نموذج على حده حيث أن النموذجين يمكن أن يختلفا بكمية ونوعية النيماتودا فيهما وقد يكون الاستخلاص من الجذور الكبيرة أبطأ.

تخلص الجذور من التربة كما سبق ذكره في تهيئة النموذج وفي حالة درنات البطاطا تزال القشرة. تقطع الجذور أو الدرنات إلى قطع صغيرة وتخلط جيدا شكل 2.2 (1). تأخذ كمية منها ولتكن 5 غم (2) وتنقل إلى نظام التصفية على ورق الترشيح في الغربال فوق الصينية وتطبق خطوات الاستخلاص كما في طريقة الاستخلاص من التربة. ويمكن استخدام طريقة الهرس بواسطة خلاط كهربائي للجذور الغليظة أو الدرنات حيث يعرض النموذج المنظف والمقطع مع كمية مناسبة من الماء إلى الخلاط الكهربائي لمدة 5 ثواني مرتين أو 10 ثواني مرتين ويأخذ السائل ويغسل الخلاط بكمية قليلة من الماء تضاف إلى المستخلص. ينقل السائل المحتوي على النيماتودا إلى نظام التصفية كما في حالة الاستخلاص من التربة(Coyne *et al.*,2007).



شكل 2.1: صور توضح عملية تهيئة واستخلاص النيماتودا من نموذج التربة
عن : (Coyne *et al.*,2007)



3 2 1

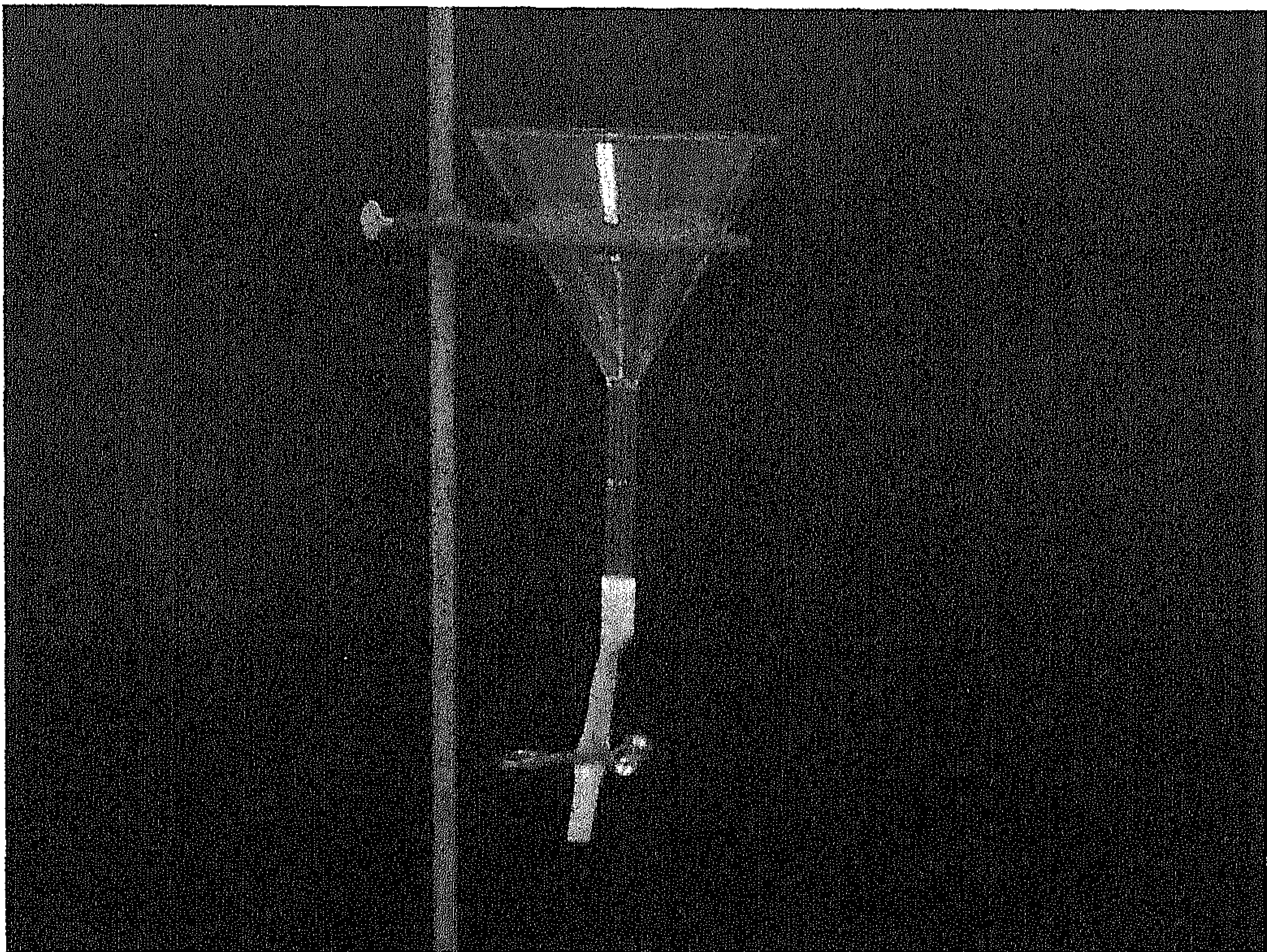
شكل 2.2 : عزل النيماتود من الجذور أو الدرنات وغيرها

عن : (Coyne et al.,2007)

طريقة قمع بيرمان

Bermann Funnel

يوضع نموذج التربة في كأس ثم تثبت بواسطة شريط مطاطي على فتحة الكأس قطعة من قماش منفذ للماء. يقلب الكأس بمحتواه من التربة في قمع كبير (قطر 12 – 15 سم) مملوء بالماء مثبت بواسطة حامل ومتصل من نهايته بإنبوب مطاطي مزود بمقبس. يترك الجهاز لبضع ساعات إلى 24 ساعة لإتاحة الفرصة لإنتقال النيماتودا من نموذج التربة إلى الماء حيث تتجمع في قعر الإنبوب المطاطي فوق المقبس (شكل2.3). تؤخذ كمية من الماء الذي يحتوي على النيماتودا بفتح مقبس الإنبوب المطاطي، علما ان 90 % من النيماتودا تتركز في 5 إلى 8 مل الأولى من الماء المسحوب. يفحص السائل للعد أو التشخيص الخ.(Agrios,1997).





شكل 2.3 : قمع بيرمان وهو قبل إضافة النموذج(فوق) وبعد إضافة النموذج(أسفل يمين) وبعد تجمع النيماتودا في قعر القمع(أسفل يسار)

فحص النيماتودا

Examination of Nematodes

الفحص المباشر للأنسجة المصابة

Direct Examination of Diseased Tissues

تنظف الأجزاء النباتية المصابة بكمية من الماء . تقطع إلى أجزاء صغيرة بحدود 2 سم وتوضع في طبق بتري يحتوي على كمية قليلة من الماء. يتم تفكيك النسيج بواسطة الإبرة والملقط أو السكين من أجل التعرف على النيماتودا الداخلية حيث تفحص تحت مجهر التشريح (المجهر المجسم). بالنسبة للنيماتودا المتنقلة يمكن ترك الطبق لمدة 24 ساعة حيث تخرج النيماتودا إلى الماء وتفحص. يمكن إلتقاط النيماتودا المفردة على شريحة زجاجية من اجل فحصها وتشخيصها تحت المجهر.

قتل النيماتودا : تجرى عملية قتل سريع للنيماتودا لأنها تفيد من بين امور أخرى في عملية التشخيص حيث تكون هيئات النيماتودا المقتولة مختلفة بإختلاف انواعها. يتم القتل السريع للنيماتودا بتسخينها بهدوء إلى درجة حرارة 50 إلى 55 مْ . أو بإضافة كمية من الماء المغلي بقدر حجم النموذج تحت الفحص.

تثبيت النيماتودا : تضاف 2 – 3 قطرات من الفورمالين إلى حوالي 7 مل من عالق النيماتودا المقتولة حديثا.

تصبيغ النيماتودا : تساعد عملية التصبيغ على توضيح وجود النيماتودا داخل الأنسجة مع بقاء انسجة النبات غير مصبوغة تقريبا. تستخدم صبغة Lactoglycerol + 0.1 % Cotton blue أو 0.05 – 0.1 Acid fuchsin ثم يعرض النسيج لإزالة الصبغة بوضعه في محلول مكون من حجوم متساوية من الكليسرول والماء + قطرات من حامض اللاكتيك.

تصبيغ كتل بيوض نيماتودا *Meloidogyne* بصبغة Phloxine B (15 ملغم / لتر ماء). توضع عينة الجذر المحتوية على النيماتودا في طبق بتري يحتوي على محلول Phloxine B لمدة 15 – 20 دقيقة تفحص بعدها حيث تلاحظ كتل البيوض الزرقاء(Coyne *et al.*,2007).

تنمية النيماتودا (Culture of Nematodes)

تنمية النيماتودا مبدئيا يمكن تنمية النيماتودا والمحافظة عليها حية بطرق مختلفة. يمكن إبقائها حية على نباتاتها العائلة أو زراعتها على الأوساط الزرعية أو حفظها في درجات حرارة منخفضة جدا (– 70 م).

أقراص الجزر

هذه الطريقة تناسب تنمية النيماتودا .*Ditylenchus* spp و*Pratylenchus* spp. و*Radopholus* spp. وهي مأخوذة عن (Chitambar,2003).

1. تنظيف الجزر بالماء الحار والصابون بمساعدة قماش نايلون.
2. غمر الجزر بماء بارد نظيف.
3. التعقيم السطحي للجزر بتركيز 10% من محلول القاصر التجاري مخففا بالماء المقطر لمدة 30 دقيقة ثم التخلص من المحلول.
4. في غرفة التلقيح ينشف الجزر، ثم يقشر بمقشرة أو سكين معقمة بالكحول وملهبة. يفضل أن يتم تكرار التعقيم مع كل عملية تقشير للجزرة. تقطع الجزرات وهي في طبق بتري معقم إلى قطع بطول 3 – 4 سم وقطر 2 سم.
5. بواسطة ملقط معقم تنقل 4 على الأقل من قطع الجزر إلى قنينة زجاجية عريضة الفوهة معقمة مسبقا بالأوتوكليف. يتم إحكام غطاء القنينة وحفظها في الظلام في درجة حرارة 24 – 25 م.
6. بعد 1- 2 أسبوع أو مع ظهور الكالوس الأبيض على سطح قطع الجزر، تلقح بالنيماتودا. عملية التلقيح يمكن ان لا تتطلب التعقيم السطحي للنيماتودا بل يمكن الإكتفاء بغسلها بضع مرات بالماء المعقم وإضافة بضع سنتمترات مكعبة من الماء المعقم إلى القنينة. التلقيح يتم بحوالي 50 إلى 100 نيماتودا. تحفظ في درجة حرارة 24 – 25 م.

وسط NGM

يستخدم هذا الوسط لتنمية النيماتودا حيث يمكن إضافة البكتريا لتكون غذاءا

لها. البكتريا هي من نوع *E. coli* سلالة OP50 معاقة بتكوين الكوانين كي تكون محدودة النمو لا تشوش على نمو النيماتودا.

المكونات :

NaCl .... 3 غم

Bacto-Peptone .... 2.5 غم (للوسط الغني يضاف 7.5 غم)

Agar .... 17 – 21 غم

ماء مقطر .... 1 لتر

بعد التعقيم بالأوتوكليف وإنخفاض الحرارة إلى حوالي 55 مْ، تضاف المواد التالية :

Cholesterol .... 1 مل (5 ملغم / مل بالكحول الأثيلي)

$CaCl_2$، 1 مول .... 1 مل

$MgSO_4$، 1 مول .... 1 مل

KH_2PO_4، 1 مول .... 25 مل (pH 6.0)

يصب الوسط في الأطباق إلى نصف حجمها وتجنب تكون الفقاعات الهوائية. بعد تصلب الوسط ومرور يوم واحد يمكن التلقيح بالبكتريا *E. coli* OP50.

التنمية على الجذور أو الكالوس

يمكن نقل النيماتودا مع الجذور النامية عليها على وسط ماء – أكار ويمكن تنية النيماتودا على جذور النبات العائل أو على الكالوس المستحصل من الجذر.

تعقم بذرتين من بذور نبات الطماطة أو الجت مثلا تعقيما سطحيا بواسطة محلول القاصر وتنقل إلى حافة طبق بتري يحتوي على وسط Murashige and Skoog (MS) medium مضافا إليه السكروز 2 % والأكار 1.5 %. تترك البذور لتنبت في الظلام بدرجة حرارة 25 مْ لمدة 3 – 4 ايام. عند بلوغ الجذير طول 2 – 3 سم، تقطع بواسطة سكين معقم وترفع السويق فوق الفلقية (Epicotyls) وتترك الجذور لتنمو 3 –

5 ايام اخرى. تستخدم هذه الأطباق لتنيمة النيماتودا بعد تعقيم الأخيرة سطحيا. الأطباق الزائدة يمكن ان تحفظ في درجة حرارة 4 مْ. يمكن نقل 2 – 3 قطع من كالوس الجت إلى طبق بتري يحتوي على وسط White's medium المعزز بالأكار 1.5 % (Ko *et al.*,1996).

الفصل الثالث Chapter 3

أمراض نيماتودا تعقد الجذور

Root-Knot Nematodes

تعتبر نيماتودا تعقد الجذور أكثر أنواع النيماتودا خطورة وتدميرا للمحاصيل الزراعية المختلفة. وهي عالمية الانتشار وتحصل أمراض تعقد الجذور على طيف واسع جدا من النباتات الإقتصادية والأدغال وتعيش في جميع الأراضي الزراعية تقريبا. تتكن أنواع نيماتودا *Meloidogyne* من إصابة أكثر من 2500 نوعا من النباتات تشمل المحاصيل المزروعة والأشجار ونباتات الزينة والأدغال(أسطيفان وأبو غربية،2010).

تم تشخيص 100 نوع حسب (Mitkowski & Abawi, 2003) و80 نوعا حسب (أسطيفان وأبو غربية،2010) تعود لجنس *Meloidogyne* لكن أكثرها خطورة 5 أنواع هي *M. incognita* و*M. javanica* و *M. arenaria* و*M. hapla* و*M. nassi*. أما في البلدان العربية فإن أنواع *Meloidogyne* حسب الأهمية تنازليا : *M. javanica* (57.25%) و*M. incognita* (30%) و *M. arenaria* (10.25%) و*M. hapla* (1.75%) و*M. nassi* و*M. artiella* (0.50%) وفي حالات نادرة سجل النوعان *M. exigua* و *M. Africana*. الأضرار الإقتصادية المتسببة عن هذه النيماتودا المسجلة في البلدان العربية تتراوح بين 43.47% في مصر و24.57% في العراق إلى 3.78% في الجزائر. أما على مستوى الأنواع فأخطرها *M. javanica* حيث يسبب خسائر في معظم البلدان العربية تتراوح بين 50 إلى 100%(أسطيفان وأبو غربية،2010).

في العراق سجلت النيماتودا *Meloidogyne javanica* من قبل الأعظمي سنة 1955 على 42 من النباتات العائلة. يمثل هذا النوع في الوقت الحاضر احد اهم النيماتودا في العراق حيث يصيب نباتات الخضروات خصوصا الطماطة والباذنجان

والخيار والمحاصيل الحقلية مثل التبغ وأشجار الفاكهة اللوز والخوخ ونباتات الزينة والأدغال وينتشر في جميع الترب تقريبا.

تم تشخيص 5 أنواع من نيماتودا *Meloidogyne* تصيب 120 نوعا من النباتات العائلة في العراق هي *M. arenaria* Race 1 و*M. hapla* و*M. incognita* Race 1, 2 و*M. javanica* Race 1, 2 و*M. thamesi*، اكثرها انتشارا *M. javanica* Race 1(Maqbool & Kerry, 1997 ; Stephan,1997).

وسجلت 3 أنواع على نخيل التمر في سلطنة عمان هي *Meloidogyne incognita* و*M. javanica* و*Meloidogyne sp.*(Mani *et al.*,2005). وفي مصر سجل إصابة هذه النيماتودا على 115 نوعا من النباتات الحساسة وفي الأردن على 26 نوعا وفي الجزائر على 55 نوعا وفي السودان على 144 نوعا(أسطيفان وأبو غربية،2010).

علاوة على اضرارها المباشرة على النباتات فإن النيماتودا تهيء النباتات للإصابة بمسببات مرضية اخرى من خلال إضعاف مقاومتها وإحداثها للجروح التي تصبح منافذ سهلة لدخول المسببات المرضية(Mitkowski & Abawi, 2003). تشترك بعض انواع نيماتودا تعقد الجذور في تكوين معقدات مرضية مع مسببات مرضية اخرى. وهكذا فإن النيماتودا *Meloidogyne incognita* تدخل في معقدات مرضية مع فطريات *Phytophthora parasitica* var *nicotianae* على التبغ وانواع *Pythium* و*Rhizoctonia* على البادرات والبكتريا *Pseudomonas solanacearum* المسببة للذبول على نبات Granville. بل ان الفطريات غير الممرضة لنبات التبغ مثل أنواع *Curvularia* و*Botrytis* و*Aspergillus* و*Penicillium* وحتى *Trichoderma* يمكن ان تغزو جذور التبغ المصابة بنيماتودا تعقد الجذور وتسبب تعفنات مهمة عليه نتيجة تغير الحالة الفسلجية للنبات(Ferris, 2005a).

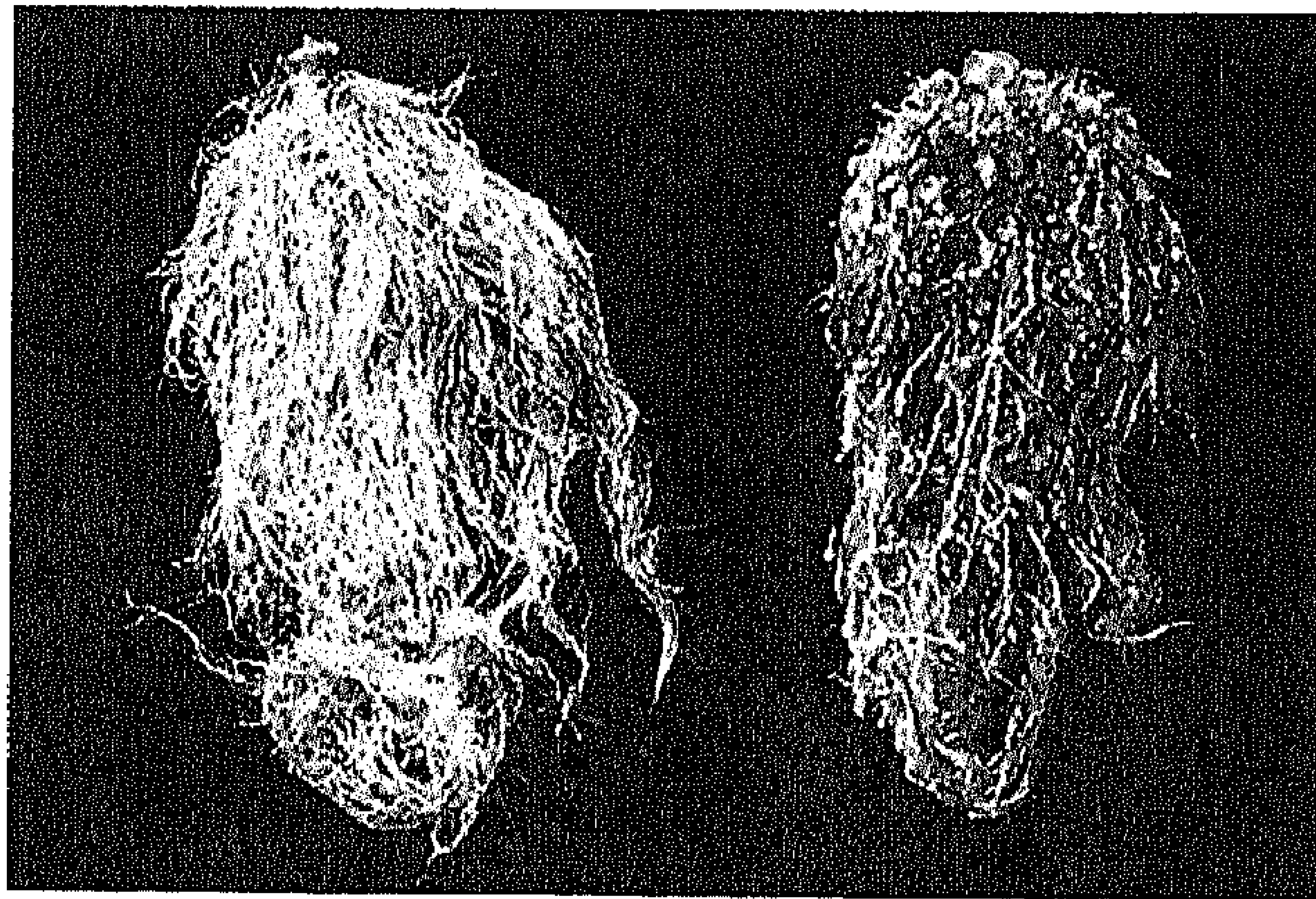
الأعراض (Symptoms)

أهم الأعراض المميزة هي التقزم وتكوّن العقد على جذور النباتات المصابة بأشكال وأحجام مختلفة تسبب تخفيض كفاءة الجذور التي تنعكس بضعف النبات وقلة إنتاجه ورداءة نوعية المنتوج النباتي في الإصابات الشديدة. وحسب (أسطيفان

وأبو غربية،2010) قد لا تظهر الأعراض المذكورة بوضوح في الإصابات المتوسطة لكنها تؤدي إلى تخفيض الإنتاجية، بينما تؤدي الإصابات الخفيفة إلى زيادة بسيطة في النمو والإنتاجية نتيجة زيادة تكوين الجذور الثانوية بسبب رد الفعل الدفاعي للنبات المصاب.

تتميز العقد الجذرية التي تتكون نتيجة الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور عن العقد الجذرية التي تحدثها بكتريا العقد الجذرية النافعة في أن الأولى تكون بشكل إنتفاخات في الجذر نفسه حيث يصعب فصلها وتكون اقطارها بحدود 3 إلى 25 ملم بينما العقد المتكونة عن البكتريا النافعة تكون كروية منتظمة تقريبا قطرها 6 ملم(Westphal & Xing, 2006).

تعتمد شدة تكوين العقد والأعراض على كثافة المسبب المرضي (كمية اللقاح) ونوعه وسلالته ونوع أو صنف النبات (شكل13.). تظهر النباتات الشديدة الإصابة اعراض الذبول بسبب عدم كفاءة الجذور بالإمتصاص والنقل. الذبول يمكن ان يحصل حتى مع وجود الرطوبة الكافية في التربة خصوصا في اوقات الظهيرة أو بعدها. وللسبب ذاته يمكن ان تظهر الأجزاء الهوائية للنبات المصاب أعراض الإصفرار ونقص العناصر. وتظهر الأجزاء الهوائية من النبات أعراض التقزم وضعف الإنتاج.



شكل 13. : مقارنة بين جذر خس صنف Ithaca حساس للإصابة بنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne hapla* (يمين) وصنف Salinas المقاوم للإصابة(يسار) عن : (Mitkowski & Abawi, 2003)

في الحقل تظهر النباتات المصابة في تجمعات تتوسع تدريجيا وببطيء بسبب بطيء حركة النيماتودا في التربة، لكن التطبيقات الزراعية التي تتضمن نقل التربة أو جرف اجزاء منها تساعد في سرعة انتشار المرض.

أنواع *Meloidogyne* تمتلك طيفا عوائليا واسعا مما يصعب الإعتماد على الدورة الزراعية كوسيلة فعالة في الوقاية من المرض. فقد يكون النبات البديل مقاوما للنيماتودا المسببة للمرض لكنه قد يكون حساسا لنوع أخر موجود إلى جانب المسبب الأول. إن هذا يبرز الحاجة للتعرف على انواع النيماتودا الموجودة في الحقل من اجل تحديد إجراءات الوقاية والمكافحة.

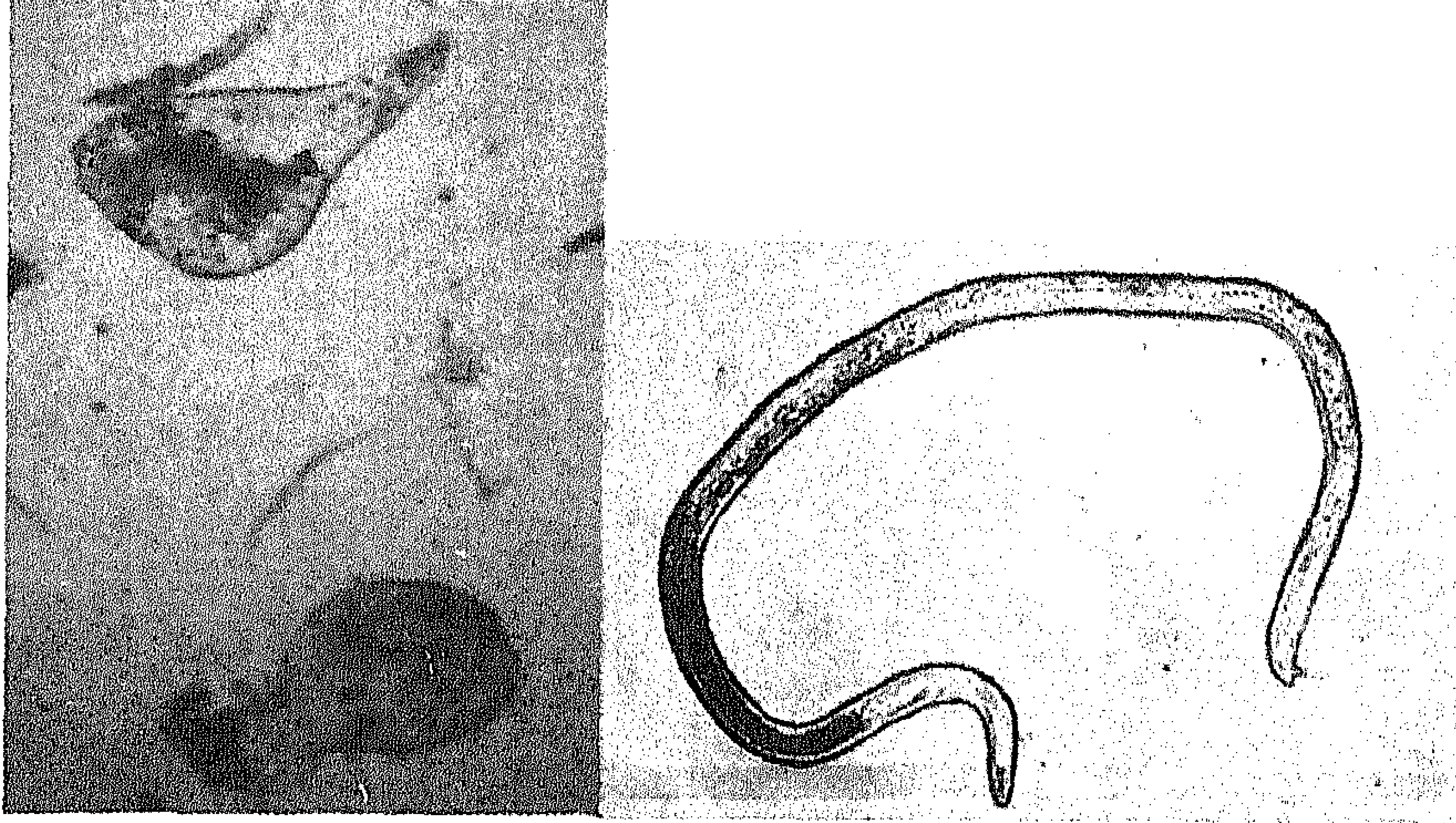
من الطبيعي ان تزداد شدة الإصابة وظهور الأعراض مع زيادة كثافة النيماتودا في تربة الحقل لكن في بعض الحالات التي تكون فيها النباتات شديدة الحساسية تكفي تراكيز منخفضة منها، أقل من 1 بيضة / سم^3 تربة، كما في الجزر أو 2 بيضة / سم^3 تربة لإحداث الأعراض وتسبيب خسائر اقتصادية.

الممرض (Pathogen) : تتسبب امراض تعقد الجذور عن الإصابة بنيماتودا *Meloidogyne* التي تم ملاحظتها اول مرة سنة 1855 من قبل Berkeley على نباتات الخيار. وحتى سنة 1887 حين وصف Goeldi النوع النموذجي *Meloidogyne exigua* كان اسم النيماتودا المسببة هو *Heterodera radicola*. سنة 1949 وصف Chitwood 4 انواع وتحت نوع من الجنس *Meloidogyne* وتوالى إكتشاف الأنواع لتصل اليوم إلى حوالي 80 – 100 نوعا. من أهم الأنواع واكثرها انتشارا هي *M. incognita* و *M. javanica* و *M. arenaria* و *M. hapla* و *M. chitwoodi* و *M. graminicola*. معظم الأنواع إستوائية أو شبه إستوائية البيئة إلا أن النوعين *M. hapla* و *M. chitwoodi* ينتشران في المناطق المعتدلة.

تتميز بالغات نيماتودا *Meloidogyne* إلى إناث شبه كروية أو كمثرية الشكل (من هنا جاء اسم *Meloidogyne* باللغة اللاتينية ليعني الإناث التفاحية الشكل) وذكور دودية الشكل (شكل23.).

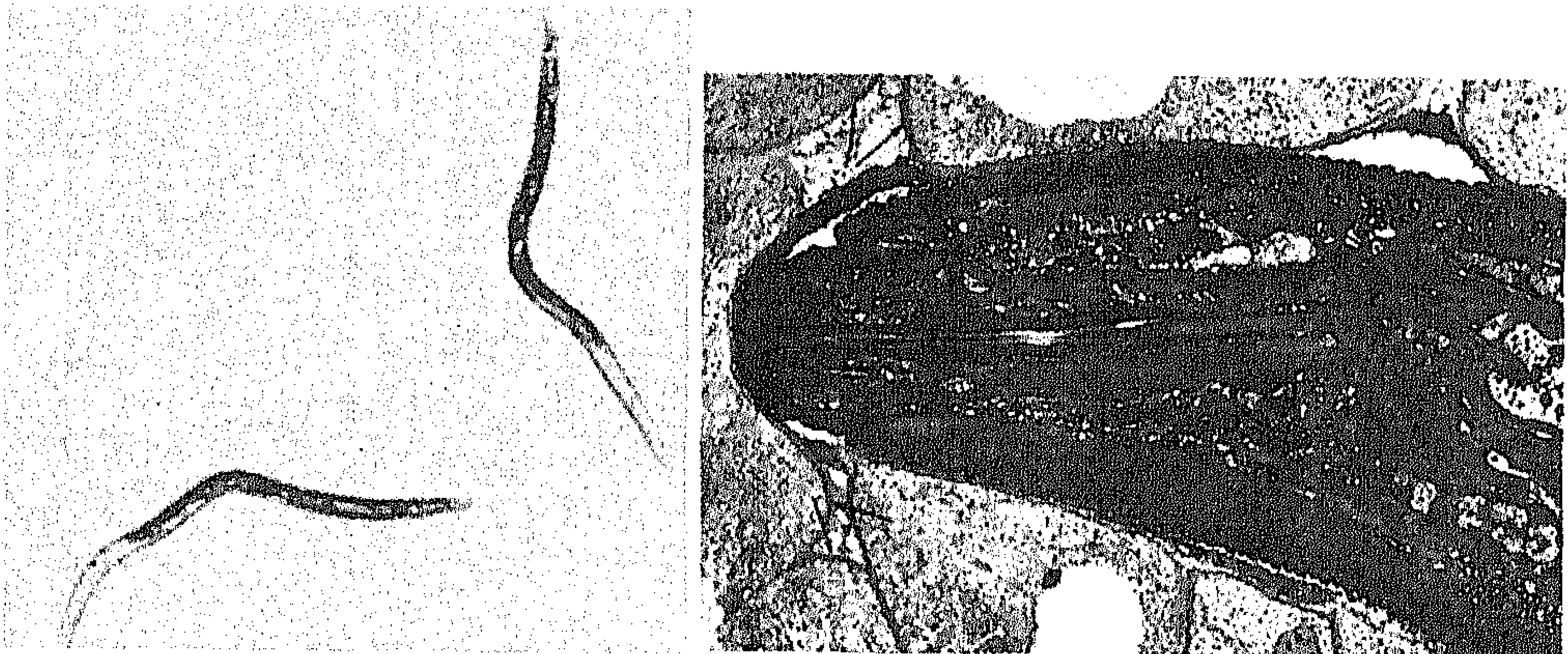
الإناث طولها 400 إلى 1000 – 1300 مكم وسمكها 270 إلى 750 مكم. إن شكل الإناث هذا يميز *Meloidogyne* عن معظم النيماتودا الأخرى.

ما ان تجد الأنثى موقع التغذي في الجذور حتى تبقى ساكنة بداخله. الإناث تضع البيض وهو بحدود 500 إلى 1000 بيضة سواء لقحت من قبل الذكور أو لم تلقح فالعديد من انواع *Meloidogyne* تكون عذرية أو عذرية إختيارية.



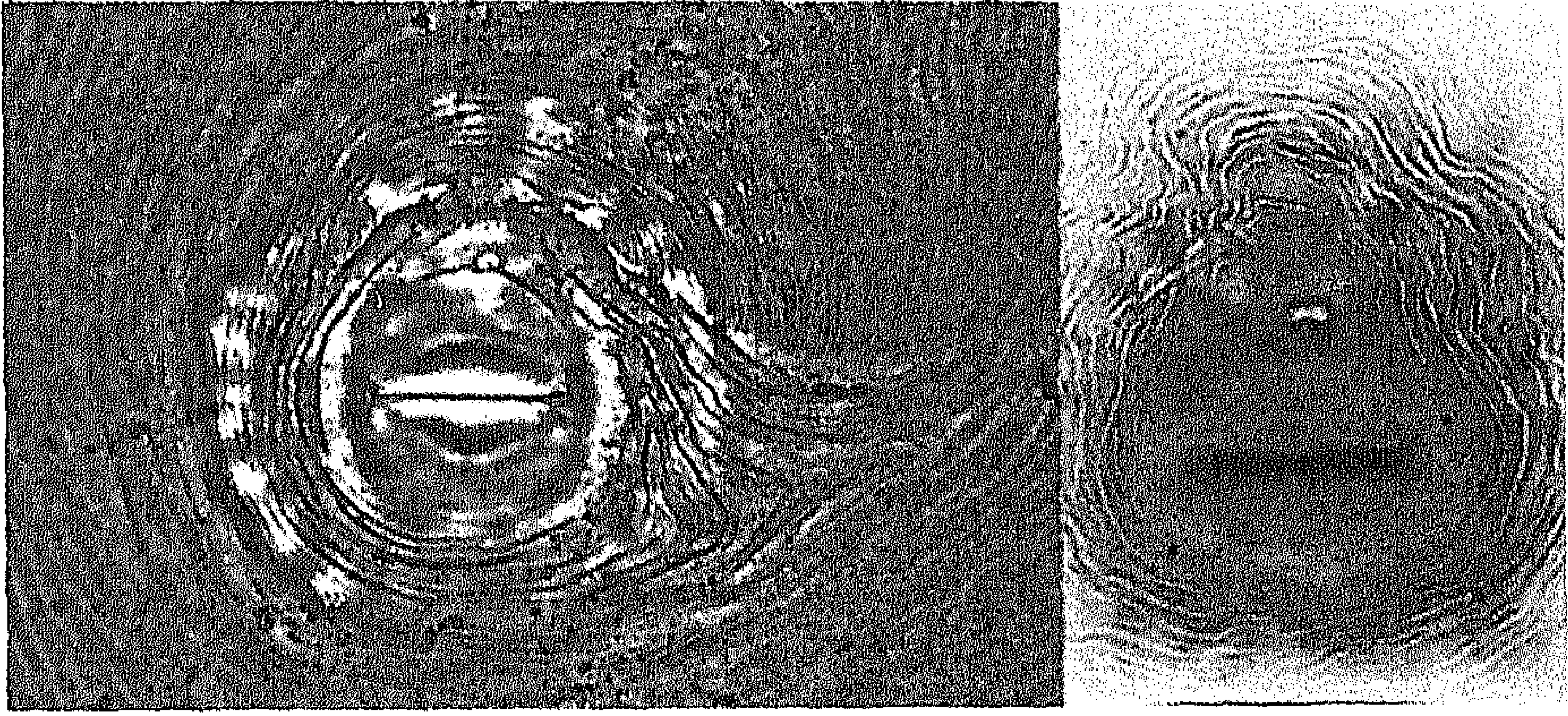
شكل 3.2 : الذكر البالغ النيماتودا تعقد الجذور الدودي الشكل (يمين) والأنثى الكمثرية الشكل(يسار)

عن : (Mitkowski & Abawi, 2003) و(Kumar, S. 2006)



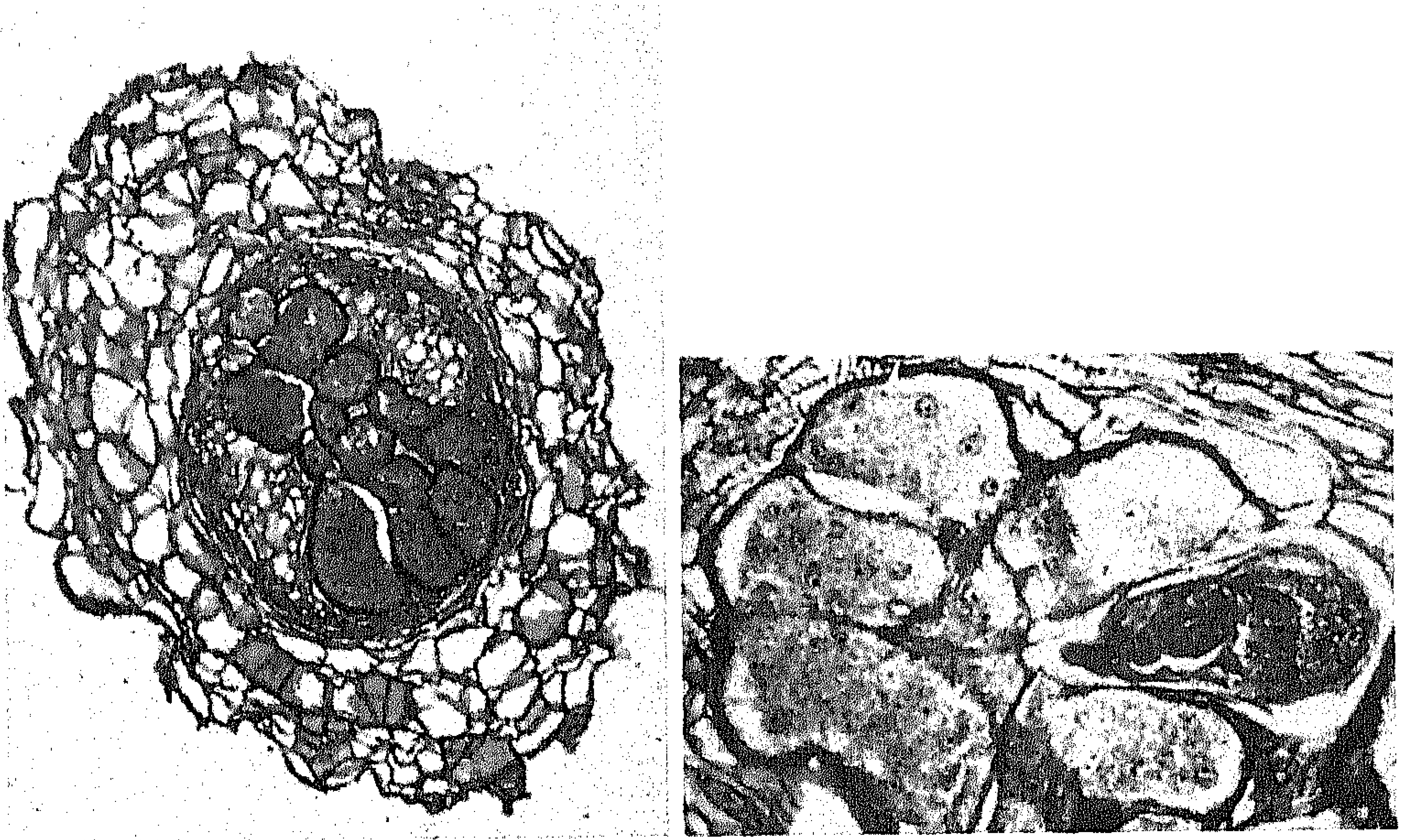
شكل 3.3 : مقطع طولي في مقدمة يرقة الجيل الثاني النيماتودا *Meloidogyne incognita* مابين خلايا جذر البرسيم الأحمر(يمين) ويرقات الجيل الثاني النيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne*(يسار)

(Mitkowski & Abawi, 2003)



شكل 3.4 : الجزء المحيط بفتحة المخرج والمهبل لأنثى بالغة لينيماتودا *Meloidogyne hapla* (يمين) و *Meloidogyne incognita* (يسار) يظهر بعض الأشكال المظهرية التي تساعد على التشخيص

(Mitkowski & Abawi, 2003) و(Ferris, 2005a)



شكل 3.5 : مقطع عرضي في نظام الخلايا العملاقة المحفزة من قبل نيماتودا تعقد الجذور(يمين) ومقطع عرضي في جذر مصاب آخر يبين حجم مجمع الخلايا المغذية مقارنة بقطر الجذر(يسار)

عن : (Mitkowski & Abawi, 2003) و(Ferris, 2005a)

الباغات الذكور دودية الشكل 1100 إلى 1500 - 2000 مكم طولا وقطرها 30 – 36 مكم. تمتلك الذكور رمحا قويا وشفاه متميزة واشواك تزاوج واضحة (شكل3.3 يمين). وبسبب عدم الحاجة الماسة للذكور في دورة حياة هذه النيماتودا فإن اعدادها تكون منخفضة عادة إلا في حالات تعرض النيماتودا إلى ظروف إجهاد.

يرقات الجيل الثاني تكون دودية ايضا طولها لا يزيد عن 500 مكم وقطرها 15 مكم وهي تمثل الطور المعدي في دورة حياة هذه النيماتودا حيث تنشط في التربة (شكل3.3 يسار).

تميز انواع *Meloidogyne* من خلال الفروقات في الحواف والخطوط المميزة التي توجد في المنطقة المحيطة بالمخرج والمهبل في الإناث. كما تساعد الإختبارات الإنزيمية والجزيئية على تصنيف الأنواع (شكل3.4).

الخلايا العملاقة تكون سميكة الجدران وتحتوي الكثير من عضيات الخلية وفجوات صغيرة لتجميع المواد الغذائية من الخلايا المجاورة وهو ما تحتاج اليه النيماتودا للتغذي (شكل3.5)(Mitkowski & Abawi, 2003).

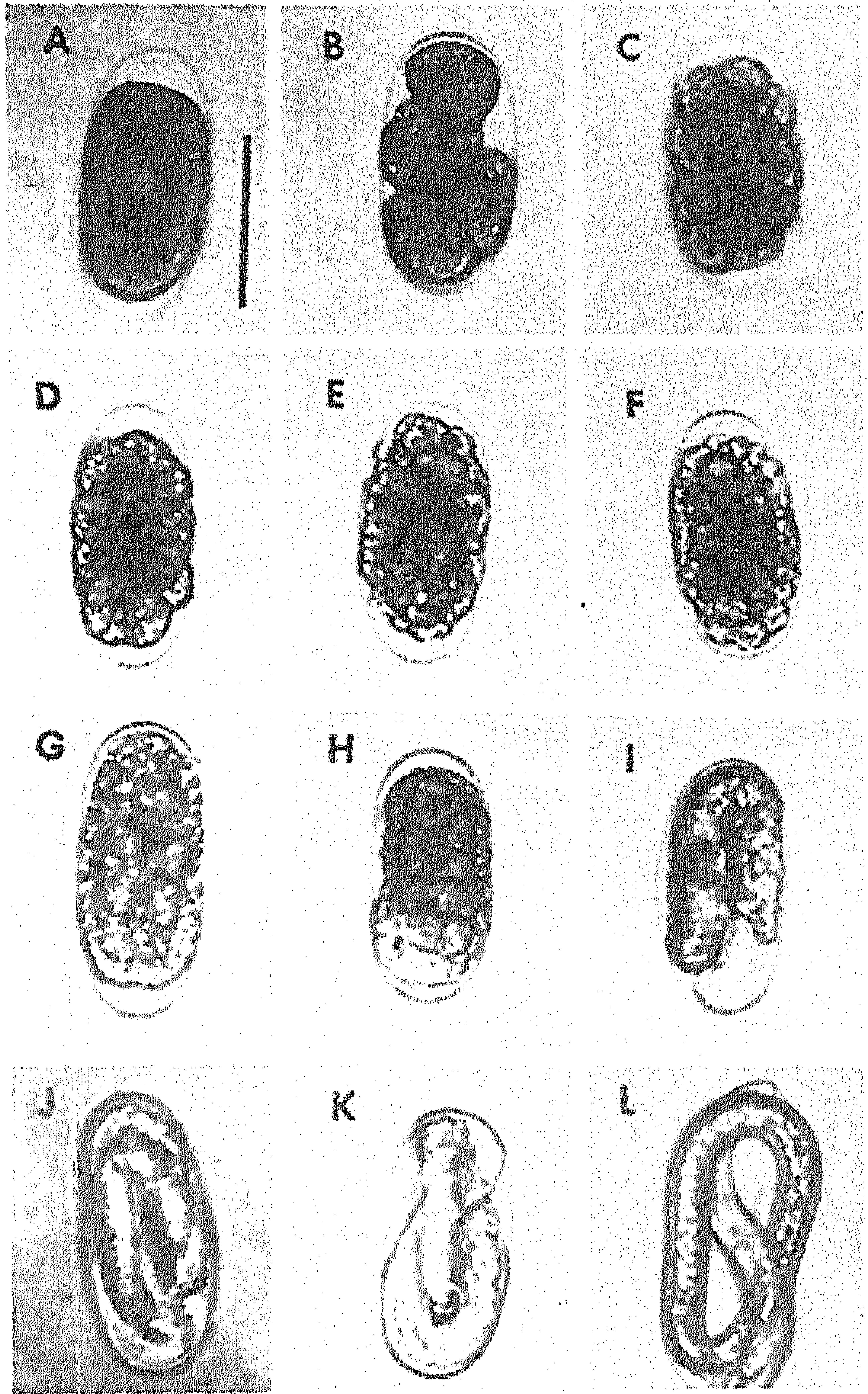
تطور المرض (Development of Disease)

تتواجد معظم افراد هذه النيماتودا في المنطقة السطحية من التربة بعمق 5 – 15 سم وتقل تدريجيا حتى عمق 100 سم ما يفسر انتشارها بالمكائن الزراعية(أسطيفان وأبو غربية،2010).

تخترق النيماتودا خلية العائل بواسطة الرمح وتفرز بروتينات تحفز الخلية على الانقسام النووي دون تكوين جدران فاصلة وبالتالي تنشأ خلية أو خلايا عملاقة تكون وفيرة البروتينات ومستودع للمواد الغذائية. من أجل ذلك تقوم النيماتودا بالتاثير على عمل عدد من الجينات وتعطل جينات أخرى للخلايا العائلة(Hussey *et al.*,2002).

تكوّن النيماتودا إنبوب تغذية يتشكل من إفرازات خلية غدية في المريء عبر الرمح يقوم بترشيح السائل الخلوي الذي تمتصه النيماتودا. إن زيادة إنتاج منظمات النمو المحفزة من قبل إفرازات النيماتودا وانتشارها يسبب توسع وسرعة انقسام الخلايا

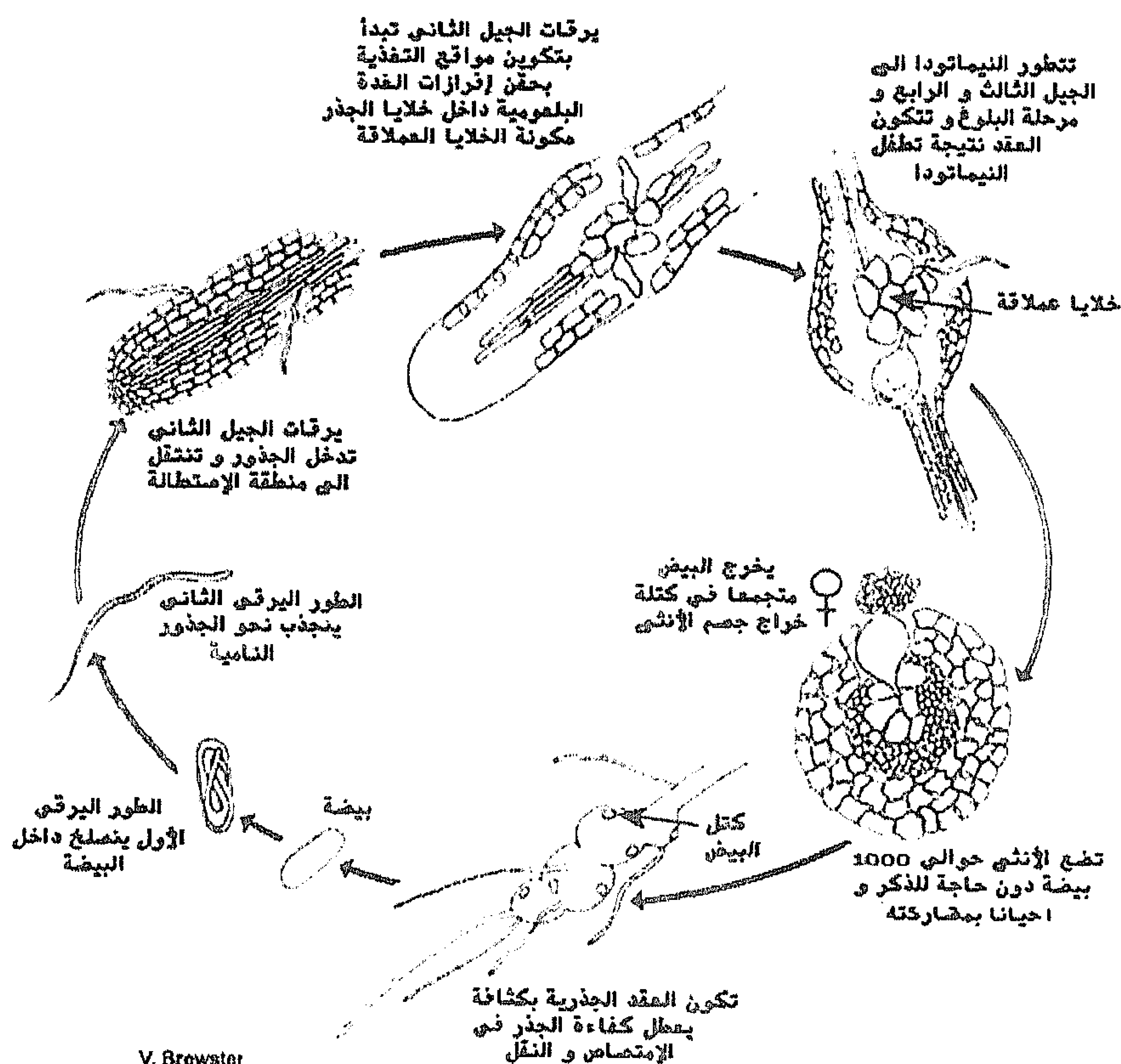
المجاورة للخلايا العملاقة يؤدي إلى تكوين العقد الجذرية.



شكل 3.6 : مراحل تطور الجيل اليرقي الأول والثاني داخل بيضة النيماتودا
Meloidogyne

عن : (Mitkowski & Abawi, 2003)

بعد وضع الإناث للبيض تبدأ دورة الحياة الجديدة للنيماتودا. يتطور الطور اليرقي الأول داخل البيضة ثم ينسلخ ليكون الطور اليرقي الثاني الذي يخرج من البيضة وهو الطور المعدي(شكل3.6). خلال حركته في التربة وعند إيجاده جذور النبات العائل ينجذب نحو أطراف الجذور ومناطق التفرعات الجذرية متحسسا وجود غاز ثاني أوكسيد الكاربون وبعض الجزيئات الصغيرة ربما احماض أمينية. يهاجم طرف الجذر ويخترقه من خلف منطقة القلنسوة. بينما بين (Wyss *et al.*,1992) أن يرقة الجيل الثاني النيماتودا *Meloidogyne incognita* تهاجم طرف جذر نبات *Arabidopsis thaliana* من منطقة الإستطالة القريبة من المرستيم القمي بالأساس. يتم الغزو في الغالب بتدمير خلايا البشرة وتحت البشرة وفي قليل من الحالات



شكل 52.7 : دورة حياة نيماتودا تعقد الجذور

عن 49.7 : (Mitkowski & Abawi, 2003)

تمر اليرقات ما بين الخلايا. تتموضع اليرقة بإتجاه القمة النامية دائما وتتحرك بإتجاهها ما بين نسيج القشرة والنسيج المرستيمي دون أن تحدث أذى للخلايا. وعندما تصل اليرقة إلى القمة النامية تستدير لترجع نحو الإسطوانة الوعائية النامية حيث تتوقف الهجرة ويحفز تكوين الخلايا العملاقة. بعد عملية التحفيز تحاط اليرقة بالخلايا العملاقة خلال 24 ساعة. إن عملية تحفيز تكوين الخلايا العملاقة تتم عن طريق بروتينات تفرز من خلال الرمح إلى داخل خلايا العائل. وبسبب العلاقة الحميمة بين النيماتودا والخلايا العملاقة التي تتغذى عليها فإن موت احدهما يؤدي إلى موت الآخر كما سبق ذكره. تمر اليرقة بإنسلاخ ثاني ليتكون الطور اليرقي الثالث وهذا بدوره يعاني الإنسلاخ الثالث ليتكون الطور اليرقي الرابع وهو لما يزل لا يمتلك اعضاء تكاثر. يعاني الطور اليرقي الرابع الإنسلاخ الرابع ليتميز إلى إناث أو ذكور. تقوم الأنثى عند نضجها (بعد حوالي 3 – 6 أسابيع إعتماد على النوع والظروف البيئية) بوضع البيض الأبيض اللون في كيس بشكل كتلة لزجة تكون عالقة بمؤخرتها. البيض يمكن أن يبقى داخل الجذر أو يطرح إلى التربة. تحت الظروف الملائمة للبقاء يمكن أن تحتفظ البيوض بحيويتها لمدة سنة واحدة. تفقس البيوض دون محفزات من جذور العائل. تختلف مدة دورة الحياة حسب نوع النيماتودا اقصرها تكون بحدود اسبوعين(Mitkowski & Abawi, 2003; Williamson , 1999). في الشكل 3.7 دورة حياة نيماتودا تعقد الجذور.

لأغراض التشخيص المظهري النيماتودا *Meloidogyne* يمكن الرجوع إلى (Eisenback & Triantaphyllou,1991; Golden *et al.*, 1980; Jepson, 1987; Karssen, 2002) ولأغراض التشخيص الجزيئي(Carta *et al.*,2005).

السيطرة على المرض (Control)

أولا : الطرق الزراعية وتشمل :

1 . الدورة الزراعية وكما ذكر سابقا يتوجب معرفة انواع النيماتودا المنتشرة في الحقل بحيث لا يتعرض المحصول البديل لمهاجمة نوع موجود إلى جانب النوع المعروف بتسببه للمرض. يمكن ان تكون هذه الطريقة ناجحة مثلا مع *M. incognita*

على القطن حيث يستبدل بالفول السوداني في حال خلو الحقل من النوع *M. arenaria* الذي يصيب الفول السوداني. ويمكن زراعة محاصيل الحبوب كالقمح الشتوي بإعتبارها عوائل غير مفضلة للنيماتودا(Pattison , 2007). بينت تجارب الدورة الزراعية في اليمن فاعلية الدورة الزراعية وتعاقب زراعة محاصيل غير مفضلة للنيماتودا كالفجل والذرة بعد محصول القمح والتبوير لمدة 5 أشهر(أسطيفان وأبو غربية،2010).

2 . يمكن تخفيض آهلات النيماتودا في الحقل عن طريق زراعة نباتات بعد موسم النمو مثل حشيشة السودان (Sudangrass) أو القطيفة (Marigolds). هذه النباتات معروفة بإنتاجها لمواد سامة للنيماتودا.

3 . غمر التربة بالمياه أو تعريض التربة لأشعة الشمس يمكن أن يخفض من أعداد النيماتودا.

ثانيا : المكافحة الكيميائية

1 . استخدمت المواد المدخنة مثل 1,3-dichloropropene أو dazomet لكن يتوجب ضمان تخللها إلى أعماق كبيرة لتكون مؤثرة، علما أنها سحبت من الأسواق لخطورتها(أسطيفان وأبو غربية،2010).

2 . المبيدات الفسفورية العضوية مثل نيماكيور وموكاب ونيمافوس مؤثرة جدا في القضاء على النيماتودا مع وجود النباتات لكنها سامة جدا للأنسان والحيوانات.

3 . استخدام مبيدات الكاربامات مثل فيوراداان وتيميك وفايديت.

ثالثا : الأصناف المقاومة

شخص الباحثون عددا من جينات المقاومة ضد أنواع من *Meloidogyne* مثل Mi وMi2 وMi8 والعديد غيرها في النبات البري القريب للطماطة *Lycopersicon peruvianum* تكسب نبات الطماطة مقاومة لهذه النيماتودا عند نقلها اليها. كما تم التعرف على جينات المقاومة Me وN من الفلفل. واجري العديد من الأبحاث عن وجود الصناف المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور في البلدان العربية وتبين وجود أصناف مقاومة من الطماطة والبطاطا والباذنجان. وفي مصر تم إستنباط اصناف مقاومة للمرض في الفلفل وفول الصويا والطماطة والقمح ز الشعير والبطبخ واللوبيا والبطاطا

والحمضيات وأشجار الغابات(أسطيفان وأبو غربية،2010).

و مع ان إنتاج وزراعة الأصناف المقاومة تعتبر أكثر الطرق قبولا وامانا إلا انها تصطدم بظاهرة كسر المقاومة من خلال ظهور السلالات الجديدة للممرض.

رابعا : المكافحة الحيوية

تستخدم الفطريات الصائدة للنيماتودا مثل *Arthrobotrys conoides* وكذلك البكتريا *Pasteuria* الممرضة لها في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور وغيرها. وهذه من الطرق الواعدة في مكافحة امراض النبات عموما لديمومتها وامانها البيئي(Panchaud,1998). تم تطوير المبيد الحيوي DiTera® الذي يحتوي على الفطر المضاد للنيماتودا *Myrothecium* spp. (USDA,2002).

ويظهر الفطر الممرض للبيوض والأكياس *Pochonia chlamydosporia* var. *chlamydosporia* فعالية في مكافحة النيماتودا(Manzanilla-LÓpez *et al*.,2009). كما تظهر ايضات فطريات *Trichoderma* في راشح المزرعة فاعلية عالية في تثبيط تطور بيوض النيماتودا *Meloidogyne javanica* وتطور الإصابة على نبات الباذنجان تحت ظروف البيت الزجاجي(Bokhari,2009).

في عدد من الدول العربية ومنها العراق والأردن تم تطوير مبيدات حيوية مضادة للنيماتودا وإنتاجها تجاريا تعتمد على الفطريات المضادة *Trichoderma harzianum* و*Paecilomyces lilacinus* كما تم عزل وتشخيص عدد من الفطريات المضادة المتطفلة على البيوض والإناث. وعزلت البكتريا *Fasteuria penetrans* من على نيماتودا تعقد الجذور ونيماتودا الحمضيات في العراق ودرس تاثير البكتريا المضادة *Bacillus thuringiensis* على انواع من نيماتودا تعقد الجذور في الأردن. وأظهرت أنواع المايكورايزا *Glomus mossae* و*G. manihoti* و*G. intrardieces* و*Gigaspora* تأثيرات مشجعة لنمو النباتات المصابة ولها دور في تحصين النبات ضد الإصابة بالنيماتودا(أسطيفان وأبو غربية،2010).

خامسا : المستخلصات النباتية

أجري العديد من البحوث المتضمنه تجريب تاثيرات مستخلصات نباتية مختلفة لمكافحة النيماتودا المتطفلة، أظهر العديد من المستخلصات تاثيرات مهمة خصوصا

مسحوق الجت في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* على محصول الخيار تحت ظروف البيت الزجاجي(أسطيفان وأبو غربية،2010).

سادسا : التعقيم بالطاقة الشمسية

هنا يتم تغطية التربة بقطع كبيرة من النايلون المستخدم في اشهر الصيف لرفع درجة حرارة التربة لفترة شهر أو نحو ذلك حيث يتم قتل العديد من المسببات المرضية وبذور الأدغال. تم تحقيق نجاحات مهمة في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور في العديد من الدول العربية خصوصا في الأردن حيث استخدمت لفترات طويلة وفي العراق في المشاتل والبيوت المحمية. إن هذه الطريقة يمكن أن تكون من بين اكفأ الطرق وأنظفها ومنخفضة الكلفة ما يتطلب تشجيع وتعميم استخدامها(أسطيفان وأبو غربية،2010).

سابعا : المكافحة المتكاملة

وتتضمن استخدام طرق متعددة سوية من اجل الحصول على نتائج فعالة وتقليل نواقص واضرار الطرق المنفردة(Mitkowski & Abawi, 2003).

الفصل الرابع Chapter 4

أمراض نيماتودا الحوصلات

Globodera و *Heterodera*

Cyst Nematodes *Heterodera* and *Globodera*

تصيب نيماتودا الحوصلات عددا من المحاصيل في المناطق المعتدلة وشبه الإستوائية والإستوائية. أكثر المحاصيل تأثرا بهذه المسببات المرضية فول الصويا والبطاطا والبنجر السكري ومحاصيل الحبوب كما تصاب محاصيل اخرى كالبزاليا والجزر. هذه الأمراض واسعة الانتشار فهي تصيب 50 % من حقول محاصيل الحبوب في الدول الأوربية المنتجة للحبوب. وتشكل امراض متوطنة في الهند وجنوب أستراليا وغيرها. وتنتشر النيماتودا الحوصلات على البطاطا بنسبة 64 % من الحقول المنتجة في بريطانيا وويلز. تسبب الأمراض الناتجة عن الإصابة بهذه النيماتودا خسائر مهمة في إنتاج المحاصيل المتاثرة. فعلى فول الصويا تسبب خسائر سنوية في البلدان العشرة الأولى التي تنتج 97 % من الإنتاج العالمي تبلغ حوالي 2 مليار دولار. وتسبب هذه الأمراض خسائر سنوية في محصول البنجر السكري في بلدان الإتحاد الأوربي تبلغ 95 مليون دولار وعلى البطاطا 80 مليون دولار. إن هذه الأرقام ستكون كبيرة جدا إذا ما تم حساب الخسائر على جميع المحاصيل على نطاق العالم.

نيماتودا الحوصلات طفيليات داخلية ساكنة على النباتات تضم حوالي 100 إلى 120 نوعا متوزعة على 6 أجناس أكثر أنواعها اهمية تعود إلى الأجناس *Heterodera* و*Globodera* مداها العوائلي اضيق من نيماتودا تعقد الجذور. من اهم أنواع الجنس *Heterodera* نيماتودا الحوصلات على فول الصويا *Heterodera glycines* وعلى محاصيل الحبوب *H. avenae* وعلى البنجر السكري *H. schachtii* الذي يصيب ايضا

نباتـات مـن عـائلتي *Chenopodiaceae* و*Cruciferae* بضـمنها النبـات النمـوذجي *Arabidopsis thaliana*.

تـم تسـجيل الجنسـين *Heterodera* و*Globodera* فـي البلـدان العربيـة. الأنـواع المسـجلة في البلدان العربية من جنس *Heterodera* هي *H. avenae* و*H. latipons* و*H. filipjevi* و*H. zeae* و*H. ciceri* و*H. trifolii* و*H. daverti* و *H. lespedezea* و *H. schachtii* و*H. rosii* و*H. glycins* و*H. cajani* و*H. cruciferi* و*H. mediterranea* و*H. goldenii*. ثمة نوعين مسجلين في البلدان العربية لجنس *Globodera* هما *G. rostochiensis* و*G. pallid*(دوابة وآخرون،2010).

تظهـر الأعـراض الحقليـة علـى النباتـات الشـديدة الإصـابة بشـكل تقـزم وذبـول وإصـفرار ويمكـن ان تحصـل خسـائر مهمـة علـى النباتـات دون ظهـور اعـراض ظـاهرة. العلامة المميزة للإصابة بنيماتودا الحوصلات هي وجود أنثى النيماتودا على الجذور بشـكل خـرز بيضـاء تـرى بـالعين المجـردة بعـد بضـعة اسـابيع مـن الإصـابة(إبراهيم، Dunn ,2001;2007 ; Lilley *et al.*,2005).

مرض نيماتودا الحوصلات على فول الصويا

Cyst Nematodes on Soybean

تم ملاحظة نيماتودا الحوصلات على فول الصويا منذ سنة 1881 وأول تسـجيل لها كان سنة 1916 في اليابان. ينتشر المرض في اليابان والصين وكوريا وروسيا ومصر وأمريكـا الجنوبية والولايات المتحدة وكندا. تصيب نيمـاتودا *Heterodera glycines* المسببة للمرض محصول فول الصويا بالأساس إضـافة إلى البنجر السكري والطماطة والفاصـوليا وعـدد كبيـر مـن نباتـات الادغـال تعـود إلـى 23 عائلـة ، مـن اكثرهـا شـيوعا *Cerastium holosteoides* و*Lamium amplexicaule* و*Stellaria media*.

تسبب نيماتودا *H. glycines* خسائر سنوية في محصول فول الصويا تتراوح ين

10 إلى 75 %. في خمس ولايات أمريكية فقط تسبب هذه النيماتودا خسائر سنوية تبلغ 85 مليون دولار. إن هذا المرض خاضع للحجر الزراعي حيث تصعب عملية مكافحته إذا ما انتقل إلى بيئة ملائمة جديدة كونها تكون خالية من المنافسة عادة(EPPO,1990).

الأعراض (Symptoms)

تسبب النيماتودا مرض إصفرار وتقزم فول الصويا. اعراض المرض فوق الأرضية تتمثل بالتقزم والإصفرار وتساقط الأوراق قبل الأوان. النبات المصاب يكوّن أزهار قليلة تحمل حبوب صغيرة تكو ميتة عادة. تتشابه أعراض الإصفرارمع تلك الناتجة عن نقص الحديد أو الجفاف واضرار مبيدات الأدغال أو الأمراض الأخرى. وهكذا غالبا ما يتم تجاهل المسبب الحقيقي لهذا المرض إلا بعد بضع سنين من تلوث التربة حيث تصبح آهلات النيماتودا كثيفة لدرجة تحدث فيها أضرار واضحة على النباتات المصابة. نقص الحديد يحدث إصفرار ما بين العروق في الأوراق العلوية عادة بينما الإصفرار الناتج عن الإصابة بنيماتودا *H. glycines* يبدأ عند حواف الأوراق وعلى جميع الأوراق على النبات، علما ان الأعراض المتسببة عن كلا المسببين يمكن ان تحصل في الحقل نفسه وعلى النبات الواحد ايضا(Tylka, 1994).

هذه الأعراض تكون واضحة في الترب الرملية الخفيفة حيث لا تحتفظ بالرطوبة لفترة طويلة أو في الترب المحتوية على الطين ايضا (الثقيلة) ولكن مع إنخفاض مستوى الأمطار والرطوبة في التربة وزيادة كثافة النيماتودا كون المسبب المرضي يسبب تخفيضا في الإمتصاص ونقل الماء بسبب تاثر أنسجة الخشب والتمزقات التي تحصل في الجذر نتيجة خروج الذكور وكذلك الإناث عند وضع البيض. وفي بعض الحالات يمكن ان تتسبب خسائر مهمة على المحصول دون ظهور اعراض واضحة للمرض(Ferris, 2006 b). تظهر الأعراض في الحقل عادة على النباتات في مناطق طولية مع إتجاه الحراثة التي ربما تكون وسيلة الانتشار والتوزيع الرئيسة للقاح النيماتودا (شكل4.1). عادة تكون الإصابات الشديدة في مركز هذه المناطق وتقل بإتجاه نهاياتها، كما أن مثل هذه المناطق تحصل في الغالب في مداخل الحقل حيث تدخل الآلات الزراعية من حقول مجاورة وكذلك قرب سياج الحقل نتيجة إنتقال

التربة الملوثة بواسطة الرياح(Tylka, 1994).



شكل 4.1 : اعراض الإصابة بنيماتودا الحوصلات على فول الصويا *H. glycines* في الحقل تظهر تقزم وإصفرار النباتات

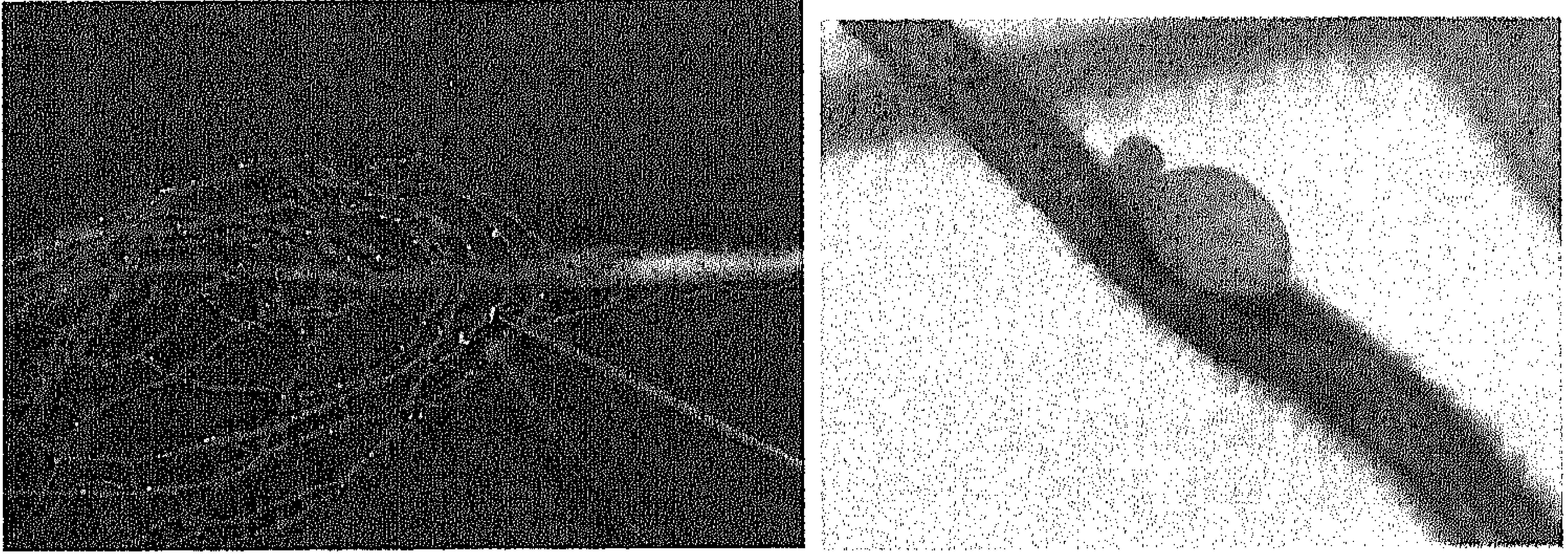
عن : (Tylka, 1994)

الأعراض على الجذر تتمثل بالتقزم وفرط التفرع وإنخفاض العقد الجذرية البكتيرية النافعة لكن هذه الأعراض قد لا تكون واضحة إلا إذا قورنت بالجذور السليمة.

الممرض (**Pathogen**) : ***Heterodera glycines***

العلامة المميزة للمرض هي ظهور إناث النيماتودا البالغة ووحوصلاتها

(Cysts) على الجذور المصابة والتي تكون ليمونية الشكل بيضاء في البداية تتحول إلى دباغية إلى بتية اللون مع نضجها. حجمها بقدر رأس الدبوس واصغر بكثير من العقد الجذرية البكتيرية (شكل4.2). في البداية معظم جسم الأنثى يكون مطمورا في الجذر وعند نضجها تخرج إلى سطح الجذر.



شكل 4.2: الأنثى البالغة النيماتودا *H. glycines* مع كيس البيض على الجذر.X 25(يمين) وحوصلات النيماتودا على جذور فول الصويا (المؤشر)(يسار)

تشتي النيماتودا بشكل حوصلات تحتوي على البيض في الجزء العلوي من التربة بعمق 90 – 100 سم.

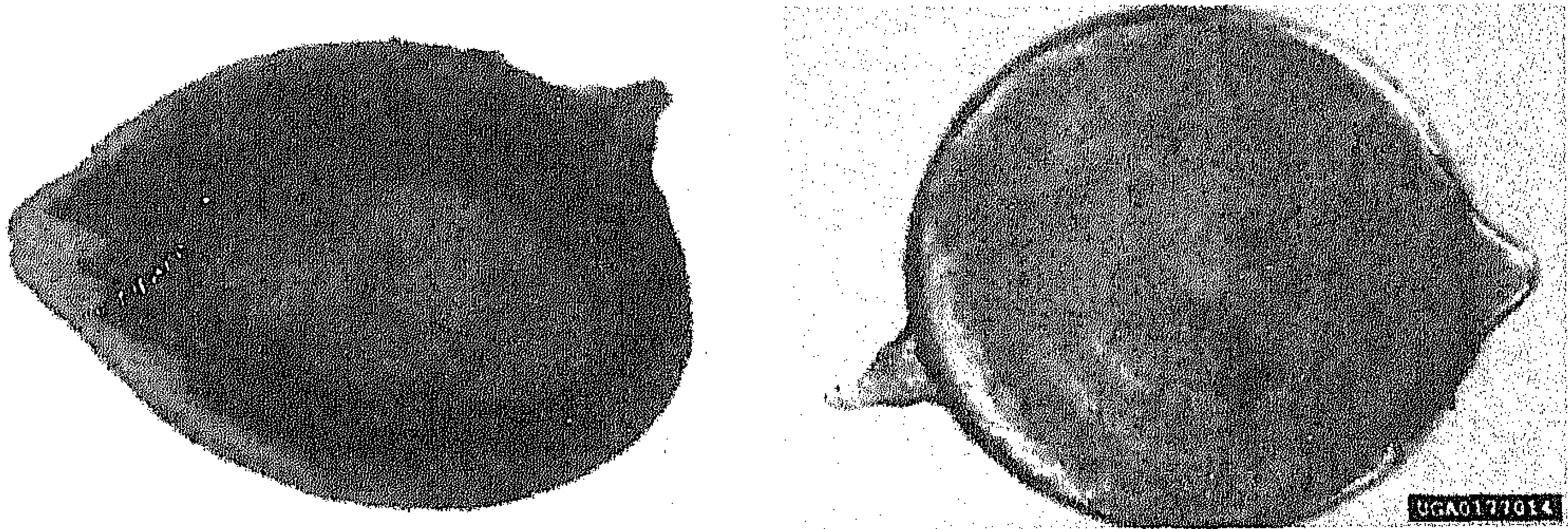
يتكون الطور اليرقي الأول للنيماتودا داخل البيضة ثم ينسلخ ليتكون الطور اليرقي الثاني الذي يخرج من البيضة عند فقسها. يتم تحفيز فقس البيض بواسطة مواد تنضح من جذور العائل هي مواد Nortriterpenes شخص منها Glycinoeclepin A الذي نقي من جذور الفاصوليا الكلوية ويحفز فقس البيض بتراكيز منخفضة جدا، كما تم تشخيص مركبين محفزين آخرين هما Glycinoeclepin B و Glycinoeclepin C(Lilley *et al.*,2005).

تصيب يرقة الجيل الثاني، وهي الطور المعدي للنيماتودا، جذور النبات وتبدأ

بالتغذي على مجموعة من الخلايا تحورها إلى مجمع غذائي (Syncytium). بعد فترة من التغذي تقارب 4 إلى 6 ايام تنسلخ يرقة الجيل الثاني الدودية الشكل اما إلى ذكر دودي الشكل طوله 1.3 ملم وقطره 30 40 مكم يتحرك باحثا عن الأنثى والتي يفلح في تلقيحها أو لا ويترك الجذر بعد ايام قليلة ويموت سريعا بعدها في التربة. أو تنسلخ يرقة الجيل الثاني إلى أنثى منتفخة دورقية الشكل طولها 0.4 ملم وقطرها 0.12 – 0.17 ملم تبقى تتغذى على مجمع التغذية نفسه(EPPO,1990 ; Ferris, 2006 b ; Agrios,1997).

تحديد الجنس في الغالب يحصل تحت تاثير الظروف البيئية خاصة الغذائية حيث يميل إلى زيادة نسبة الإناث عند توفر الغذاء والعكس في حالة شحة الموارد الغذائية(Lilley *et al.*,2005).

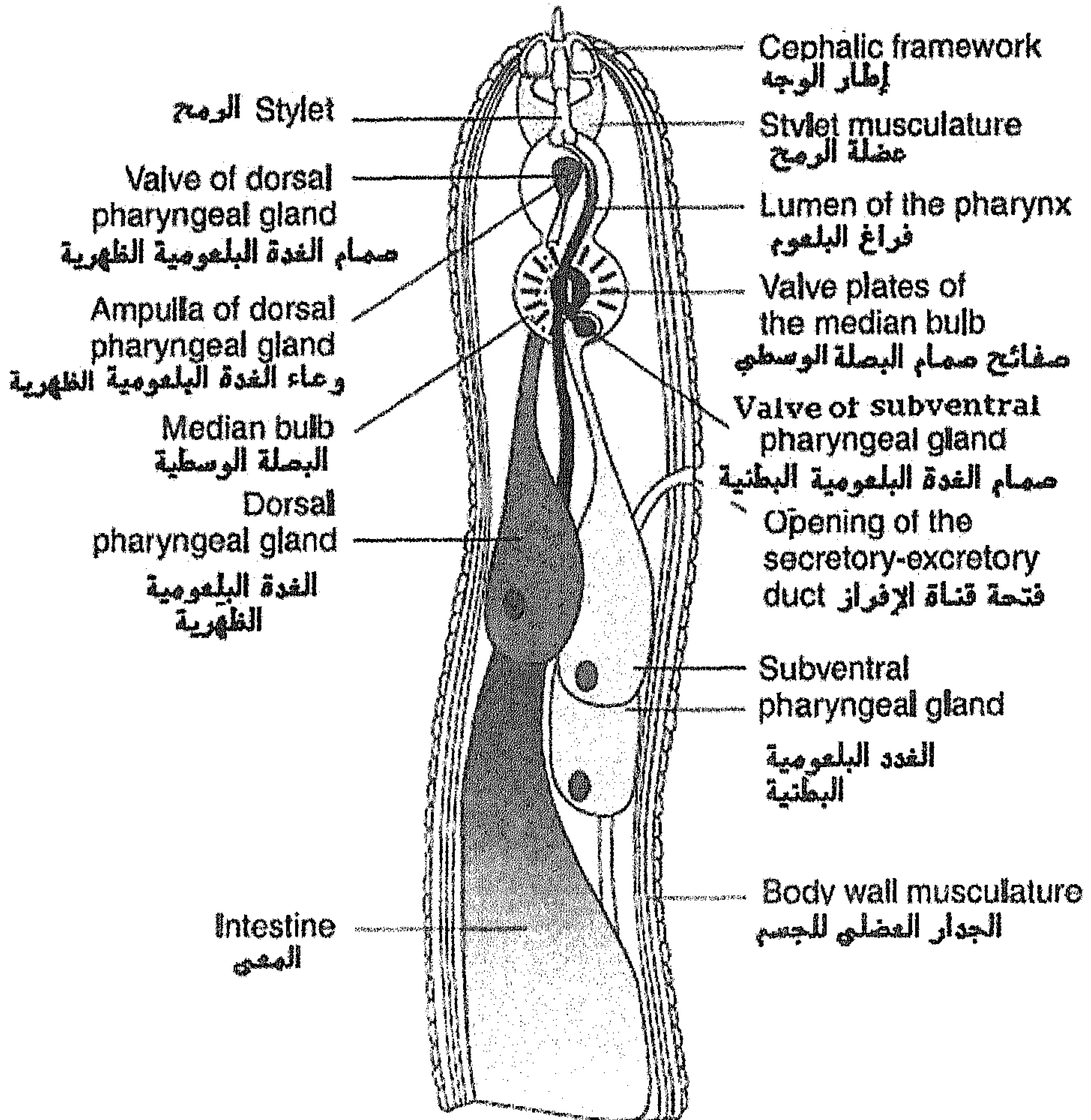
الأنثى البالغة تصبح بشكل الليمونة ويزداد حجمها إلى 0.6 – 0.8 X 0.3 – 0.5 ملم ويضغط على الأنسجة المحيطة مما يؤثر سلبا على أداء وظائفها الطبيعية. عند تلقيح الأنثى بواسطة الذكر يتكون معظم البيض (150 – 300 أو حتى 600 بيضة) داخلها وبعضه (50 – 100 بيضة) يطرح بشكل كيس أو مادة بينية جيلاتينية قد توجد بها بعض الذكور احيانا (شكل4.3).



شكل 4.3 : أنثى نيماتودا *H. glycines* حديثة بيضاء(يمين) والحوصلة (Cyst) للنيماتودا(يسار)

عن : (Agroscope FAL Reckenholz Archive, Swiss Federal Research Station for Agroecology and Agriculture, Bugwood.org) و (Ferris, 2006a)

البيض في الكتلة الجيلاتينية يفقس مباشرة لتخرج يرقات الجيل الثاني وتسبب الإصابات. في دورة حياة هذه النيماتودا تتكون 3 إلى 5 أجيال.



شكل 4.4 : رسم تخطيطي للجزء الأمامي من يرقة الجيل الثاني لنيماتودا الحوصلات عن : (Lilley *et al.*,2005)

درجة الحرارة المثلى لنمو النيماتودا هي 23 – 28 مْ بينما يتوقف نموها في

درجات حرارة تقل عن 14 أو تزيد عن 34 مْ. عند موت الأنثى يتحول جسمها إلى حوصلة صلبة تحمي البيض الذي بداخلها وتكون بشكل ليمونه لونها بني. في غياب العائل تبقى البيوض حية في التربة لمدة 6 – 8 سنوات(EPPO,1990 ; Ferris, 2006 b ; Agrios,1997).

تشخيص النيماتودا *H. glycines* يعتمد على تحديد الصفات المظهرية المتمثلة بالحوصلات والبيض الذي يحتوي على الطور اليرقي على الأقل. وكذلك صفات مخروط المهبل للكيس وطول الرمح والذيل والمؤخرة الشفافة للذيل في يرقات الجيل الثاني. في الشكل 4.4 رسم تخطيطي للجزء الأمامي ليرقة الجيل الثاني لهذه النيماتودا.

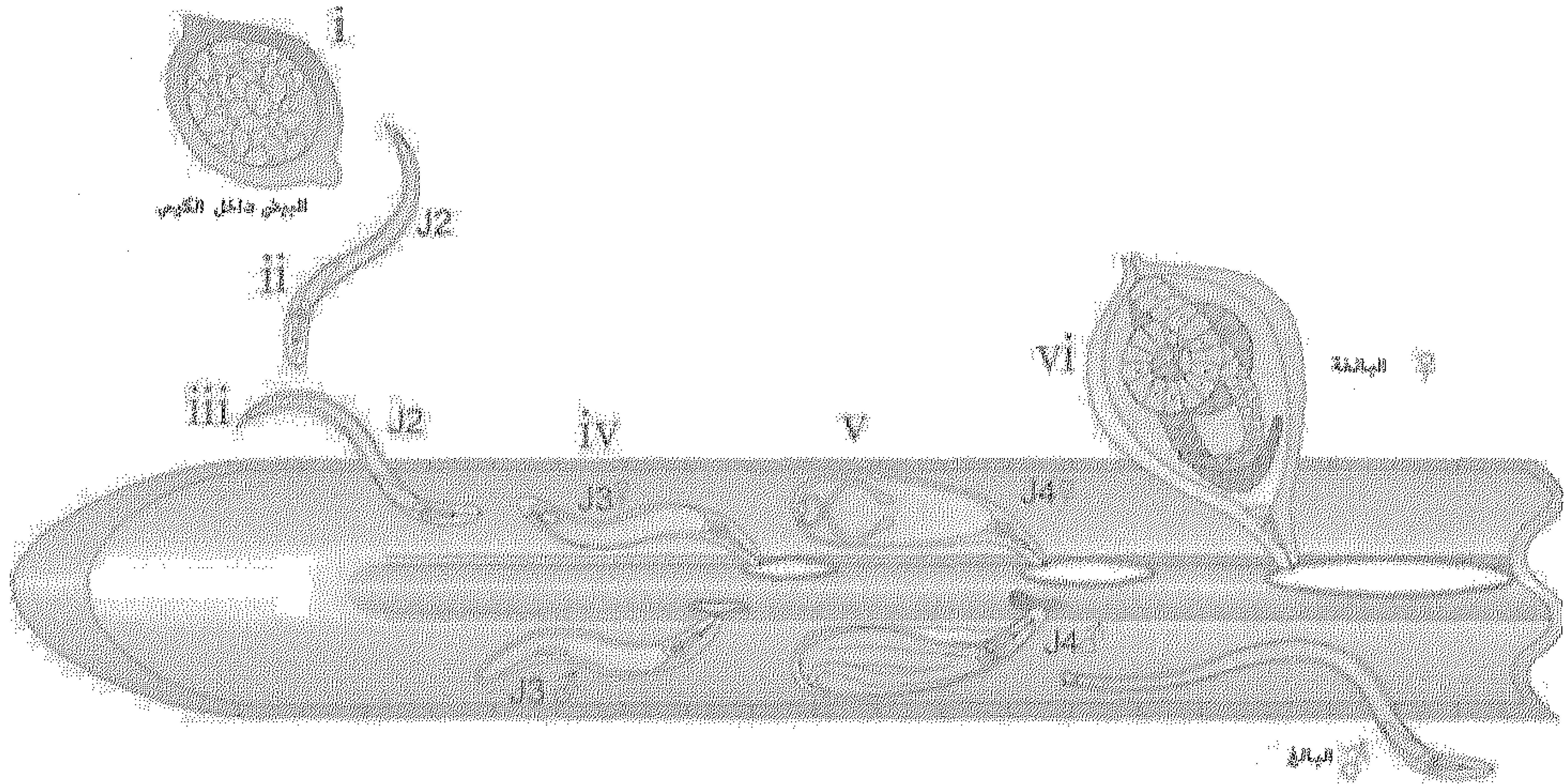
حسب (Riggs & Schmitt. 1988 ; Golden *et al.*,1970) تميز النيماتودا *H. glycines* إلى 16 سلالة (Race) على اساس تفاعل آهلة النيماتودا على أصناف تفريقية أربعة لفول الصويا هي Pickett وPeking و88788 PI و90763 PI وقدرتها على تكوين الإناث مقارنة بالصنف الحساس Lee. لكن (Niblack *et al.*,2002) عارضوا استخدام مصطلح السلالة المستخدم مع الفطريات والبكتريا التي تنشأ من سبور أو خلية واحدة حيث لا يمكن الحصول على آهلة للنيماتودا من بيضة واحدة أو يرقة واحدة وعليه يتم التعامل في حالة النيماتودا مع آهلة خليطة وراثيا. وعرضوا بدل ذلك استخدام مصطلح الضرب (Strain) عبر إختبار جديد سموه HG Type Test يتضمن التفاعل على 7 اصناف من فول الصويا تحمل جينات مقاومة مختلفة.

تطور المرض (Development of Disease)

الحركة الذاتية للنيماتودا *H. glycines* في التربة لا تتجاوز عشرات السنتمترات بالسنة وعليه فإن الانتشار المؤثر لها يتم بواسطة الآلات الزراعية وعمليات نقل التربة أو زراعة الشتلات أو البذور الملوثة أو بواسطة الغبار وماء الري و المطر وحتى بواسطة الطيور.

دورة حياة النيماتودا *H. glycines* تتألف من 3 مراحل هي البيضة واليرقات والبالغات (شكل4.5). تحت الظروف الملائمة تكمل دورة حياة هذه النيماتودا في 21 إلى 24 – 30 يوما. يفقس البيض في الربيع عن يرقات الجيل الثاني الدودية الشكل

وهي الطور الوحيد المعدي. بعد اختراقها لجذر النبات العائل تتحرك اليرقة لتجد الأنسجة الناقلة حيث تبدأ عملية التغذي محولة بعض الخلايا إلى مجمع تغذية (Syncytium). إن تكوّن مجمعات التغذية هذه بكثرة يثبط النمو الثانوي للخشب واللحاء ويؤدي إلى ضعف النمو وإنتاج النبات.



شكل 4.5 : رسم تخطيطي لدورة حياة نيماتودا الحوصلات على فول الصويا *H. glycines*. البيض (i) يمكن ان يبقى في التربة عدة سنوات. يفقس البيض تحت الظروف المناسبة يرقات الجيل الثاني (ii) التي تتجه نحو العائل. تخترق يرقات الجيل الثاني الجذر وتنتقل داخله بحثا عن موقع التغذية (iii). يتحدد الجنس في الأطوار اليرقية الثالث والرابع (iv وv). الأنثى تبقى في موقع التغذية لا تغادر وتنتفخ وتضع البيض في حوصلة خارجها كما تتحول هي إلى كيس بيض حيث تموت (vi) والذكر يغادر الجذر بحثا عن الأنثى حيث يلقحها

عن : (Lilley *et al.*,2005)

بعد فترة من التغذي تنتفخ النيماتودا إذا كانت أنثى ومع الوقت يكبر حجمها مما يؤدي إلى تمزق أنسجة الجذر وتعرض جسم النيماتودا إلى الخارج. أما إذا كانت

اليرقة ذكرا فإنه يغادر موقع التغذي والجذر بحثا عن الأنثى حيث يقوم بتلقيحها. يعتقد ان إناث نيماتودا الحوصلات تطلق فرمونات جاذبة للذكر وهي غير معروفة لكن في حالة نيماتودا الحوصلات *H. glycines* تجتذب الذكور بواسطة جزيئات Vanillic acid تطلق من قبل الإناث (Lilley *et al.*,2005).

تضع النيماتودا البيض أولا في كتلة لزجة أو حوصلة (Cyst) خارج الجسم ثم داخل التجويف الجسمي الذي يمتليء بالبيض أخيرا حيث تموت الأنثى. الحوصلة ذات الغلاف القوي تنفصل اخيرا عن الجذر وتصبح في التربة. ومع فقس العديد من البيوض في السنة الأولى يبقى الكثير منها ليفقس في السنوات التالية.

السيطرة على المرض (Control)

1 . زراعة الأصناف المقاومة.

2 . معاملة التربة بالمبيدات الكيميائية للنيماتودا .

3 . الدورة الزراعية لمدة سنتين بمحاصيل غير عائلة مثل الذرة والقمح والجت والبرسيم الأحمر يمكن ان تخفض آهلات النيماتودا في الحقل بنسبة 90 %. ومن الأفضل القيام بالمكافحة المتكاملة باستخدام الطرق المذكورة معا(EPPO,1990 ; Ferris, 2006 b).

4 . المكافحة الحيوية بواسطة المبيد الحيوي DiTera® الذي يحتوي على الفطر المضاد للنيماتودا .*Myrothecium* spp (USDA,2002). ثمة فطريات مضادة لهذه النيماتودا منها *Hirsutella rhossiliensis* و*H. minnesotensis* قد تكون ذات أهمية في المكافحة الحيوية(Liu & Chen,2009).

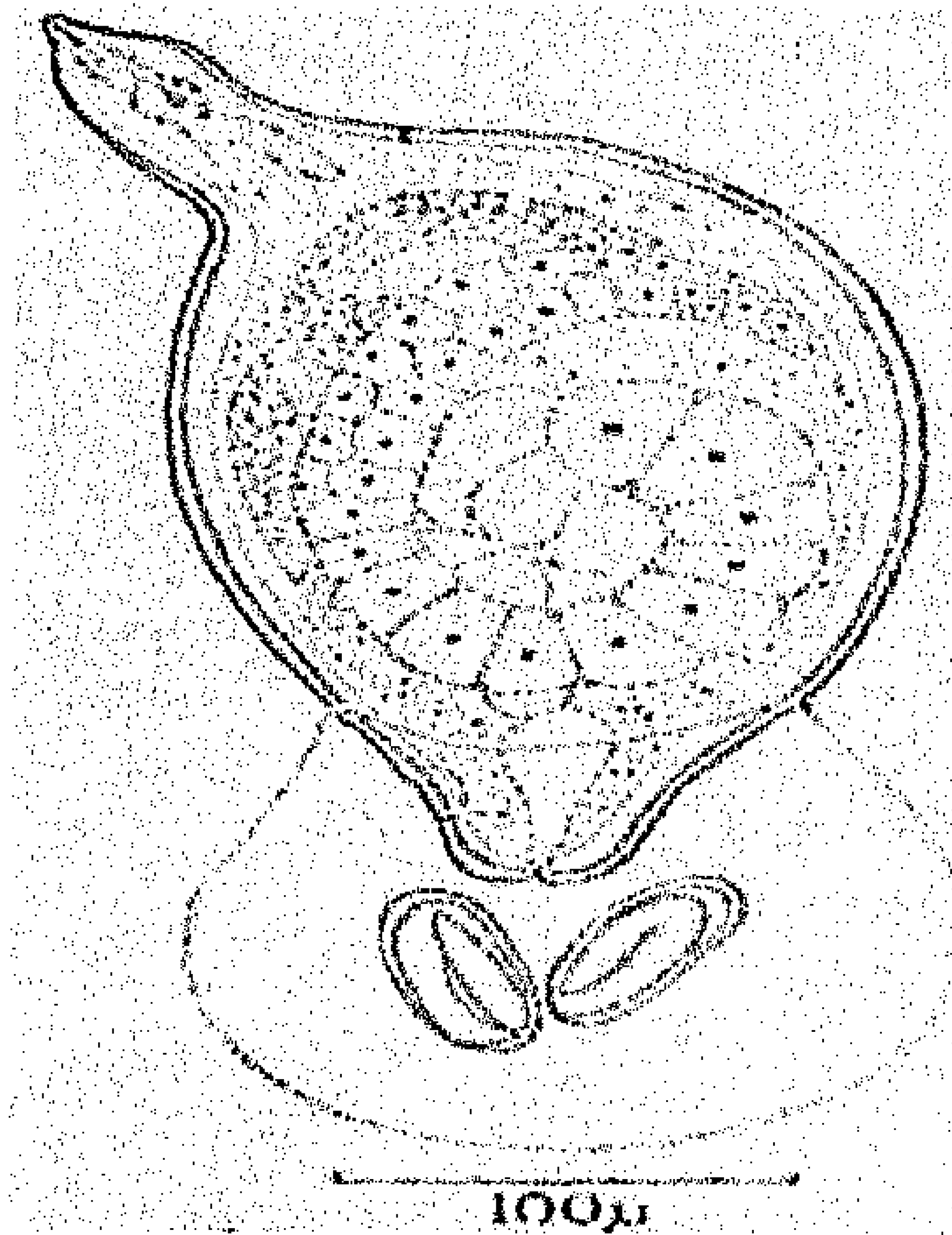
مرض نيماتودا البنجر السكري *Heterodera schachtii*

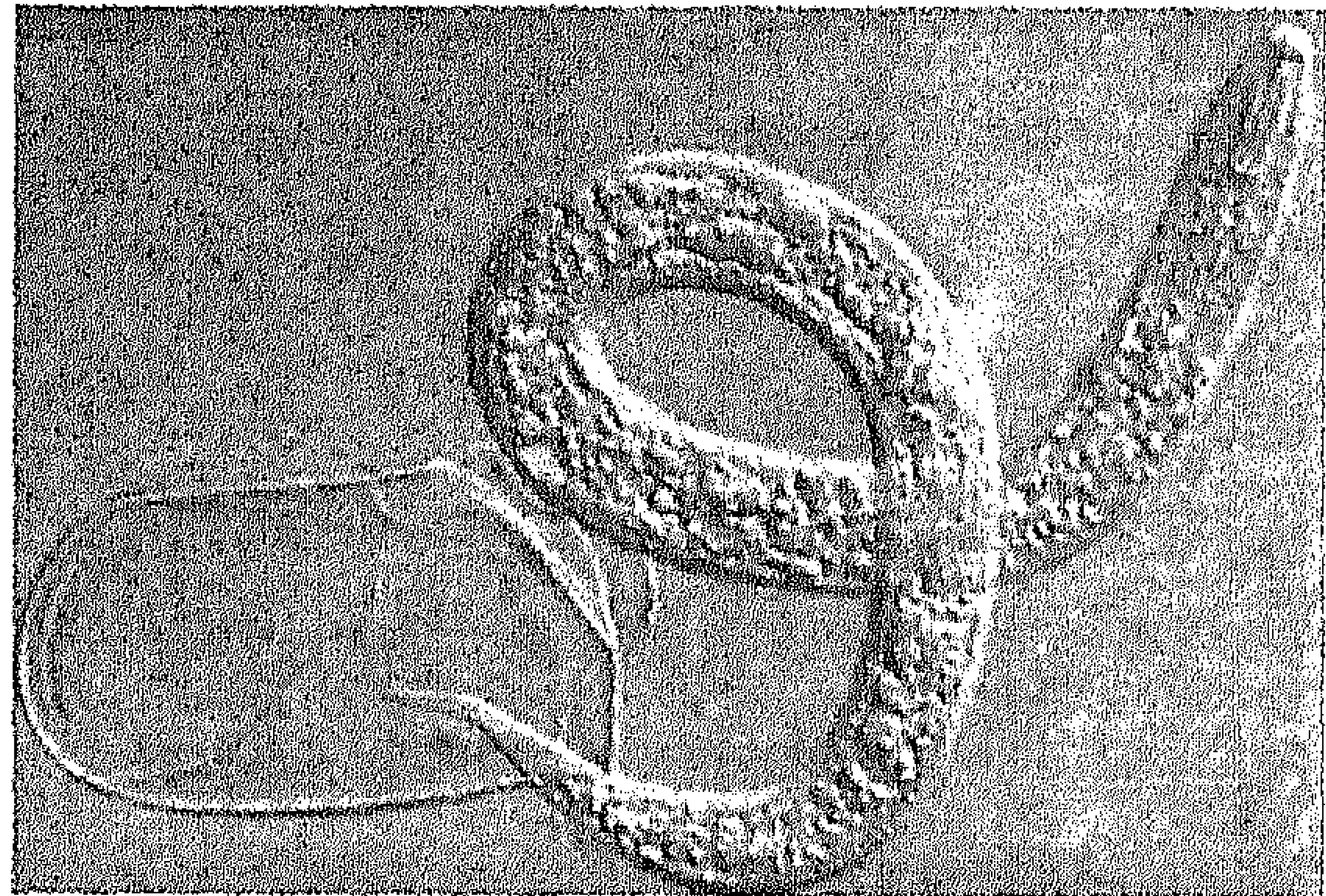
Sugar Beet Nematode : *Heterodera schachtii*

يعتبر هذا المرض المتسبب على البنجر السكري من الأمراض الرئيسة على هذا

المحصول حيث يسبب تخفيضا مهما في نمو وإنتاج المحصول يصل إلى 25 – 50 % في جميع مناطق زراعته. تخفيض الإنتاج يتسبب عن تخفيض وزن الجذور ويمكن ان تسبب الإصابة تخفيضا في نسبة السكر في الجذر. أول تشخيص للمرض على البنجر السكري كان في هالة بالمانيا سنة 1859 وفي الولايات المتحدة سنة 1895. ينتشر المرض في 39 بلدا حول العالم. في العراق تنتشر على البنجر السكري وتسبب خسائر مهمة أنواع أخرى تعود إلى الأجناس *Helicotylenchus* و*Longidorus* و*Pratylenchus* و*Tylenchorhynchus* (Maqbool & Kerry, 1997).

الممرض (Pathogen) : نيماتودا *Heterodera schachtii* واسعة المدى العوائلي تصيب العديد من الخضروات غير البنجر السكري مثل الطماطة والقرنبيط واللهانة والكرنب والسبانخ وبنجر المائدة والبروكلي وغيرها تعود إلى حوالي 200 نوعا تتوزع على 23 عائلة.





شكل 4.6 : يرقة الجيل الثاني النيماتودا *Heterodera schachtii* تخرج من البيضة(يمين) والأنثى (يسار)
عن : (Ferris , 2007a)

يرقات الجيل الثاني طولها 0.45 – 0.5 ملم. الأنثى دورقية الشكل ذات رقبة

قصيرة تكون مغروزة في جذر العائل وباقي الجسم المنتفخ يظهر على سطح الجذر. الفرج يكون طرفيا ومغطى بمادة بينية جيلاتينية تحتوي على البيض. الأنثى البالغة طولها 0.5 – 0.8 ملم (شكل4.6). تنتج الأنثى في المتوسط 200 بيضة ويمكن أن يصل إلى 500 – 600 بيضة بعضها يطرح خارج جسم الأنثى إلى التربة بينما يبقى معظم البيض داخل الأنثى.

الذكور دودية الشكل طولها 1.3 – 1.6 ملم نصفها الأول مستقيم بينما النصف الثاني يلتف ويستقيم الذيل.

الأعراض (Symptoms)

المرض يمكن ان يشمل الحقل كله أو يظهر في بقع دائرية أو بيضوية معزولة من نباتات مصفرة ضعيفة النمو(شكل4.7). تتوسع البقع مع الوقت حيث تتمكن النيماتودا من إصابة جذور النباتات بجميع الأعمار غير ان الشتلات الصغيرة تكون اكثر حساسية للإصابة حيث تظهر عليها اعراض شديدة أو تموت.



شكل 4.7 : حقل بنجر سكري يظهر بقع الإصابة المتفرقة بنيماتودا *Heterodera schachtii*

عن : (Gray *et al.*,1992)



شكل 4.8 : أعراض الإصابة بنيماتودا *Heterodera schachtii* على نباتات البنجر السكري تظهر الإصفرار والتقزم
عن : (Gray *et al.*,1992)



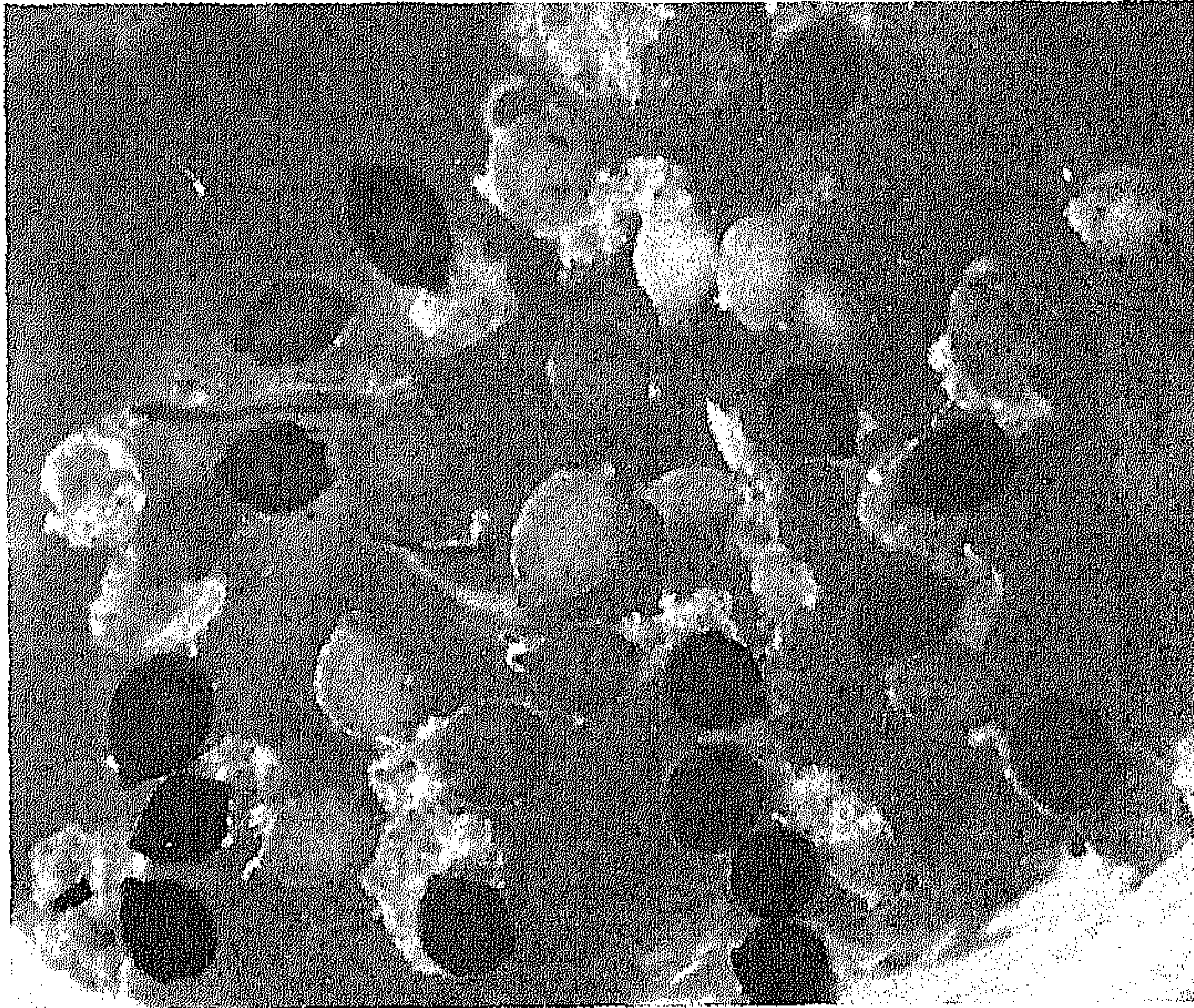
شكل 4.9 : إختزال جذر البنجر السكري المصاب بنيماتودا *Heterodera schachtii*
عن : (Gray *et al.*,1992)

النباتات الحديثة المصابة تكون متقزمة والأوراق مصفرة وأعناقها طويلة اما

الأوراق الخارجية فتذبل خلال الفترات الحارة من النهار عندما تكون رطوبة التربة منخفضة (شكل4.8). جذور النباتات الخازنة المصابة تكون صغيرة وكثيرة التفرع ذات جذور ليفية كثيرة يطلق عليها جذور "ملتحية" (شكل4.9). أما النباتات الكبيرة التي تتعرض للإصابة فاعراضها لا تكون ملحوظة(Gray *et al.*,1992).

تطور المرض (Development of Disease)

يبقى البيض في الأكياس (شكل4.10) وتتكون يرقة الجيل الأول ثم يرقة الجيل الثاني داخل البيضة. يمكن ان تبقى يرقات الجيل الثاني داخل البيضة وهذه اليرقات والبيض يمكن ان تبقى حية في ترب الحقول المروية لبضع سنوات. بينما يكون الإنخفاض السنوي للأكياس خلال الدورة الزراعية أي بغياب العائل بنسبة 40 – 60 %. ومن العوامل المؤثرة في بقاء النيماتودا *H. schachtii* درجة حرارة التربة والرطوبة وحساسية النباتات النامية ونوع التربة وأعداد ونوعية مفترسات النيماتودا في التربة.



شكل 4.10 : أكياس النيماتودا *Heterodera schachtii*

عن : (Ferris , 2007a)

يفقس البيض بواسطة محفزات تنضح من جذور النباتات العائلة وتخرج اليرقات التي تصيب الجذور الليفية قرب القمة النامية للجذر. بعد إنتقالها لمسافة قصيرة خلال انسجة القشرة في الجذر وبعد التحول إلى انثى بالغة تبقى متغذية على موقع التغذية. الذكور البالغات تترك الجذر إلى التربة. الإناث تكبر في الحجم وتصبح ليمونية الشكل لونها أبيض تشاهد على سطح الجذر.

تنجذب الذكور نحو الإناث وتلقحها. بعد ذلك تموت الأنثى ويتصلب جلدها وتتحول إلى كيس بني فاتح إلى أحمر اللون.

درجة الحرارة المثلى لنمو النيماتودا 21 – 27 مْ وإعتمادا على درجة حرارة التربة تكتمل دورة حياة النيماتودا *H. schachtii* خلال 4 – 6 أسابيع. يمكن ان تحصل 3 دورات حياة خلال موسم النمو(Gray *et al.*,1992).

إن إصابة البنجر السكري بالنيماتودا المتكيسية تهيئه للإصابة بالفطريات مثل الفطر *Rhizoctonia solani* وأنواع *Cercospora* والفايروسات حيث تتسبب بأضرار كثيرة(Ferris , 2007a ; Agrios,1997).

السيطرة على المرض (Control)

1 . الدورة الزراعية مع نباتات غير عائلة مثل محاصيل الحبوب لمدة 3 إلى 5 سنوات من الوسائل الفعالة في تخفيض اعداد هذه النيماتودا.

2 . معاملة التربة بمبيدات النيماتودا.

3 . زراعة النباتات الصائدة مثل الفجل الزيتي والخردل الأصفر حيث تصاب هذه النباتات ولكن لا تسمح بتطور اليرقات إلى نيماتودا بالغة.

نيماتودا حوصلات الحبوب *Heterodera avenae*

Grain Cyst Nematode *Heterodera avenae*

تعتبر نيماتودا حوصلات الحبوب من الآفات المهمة على محاصيل الحبوب

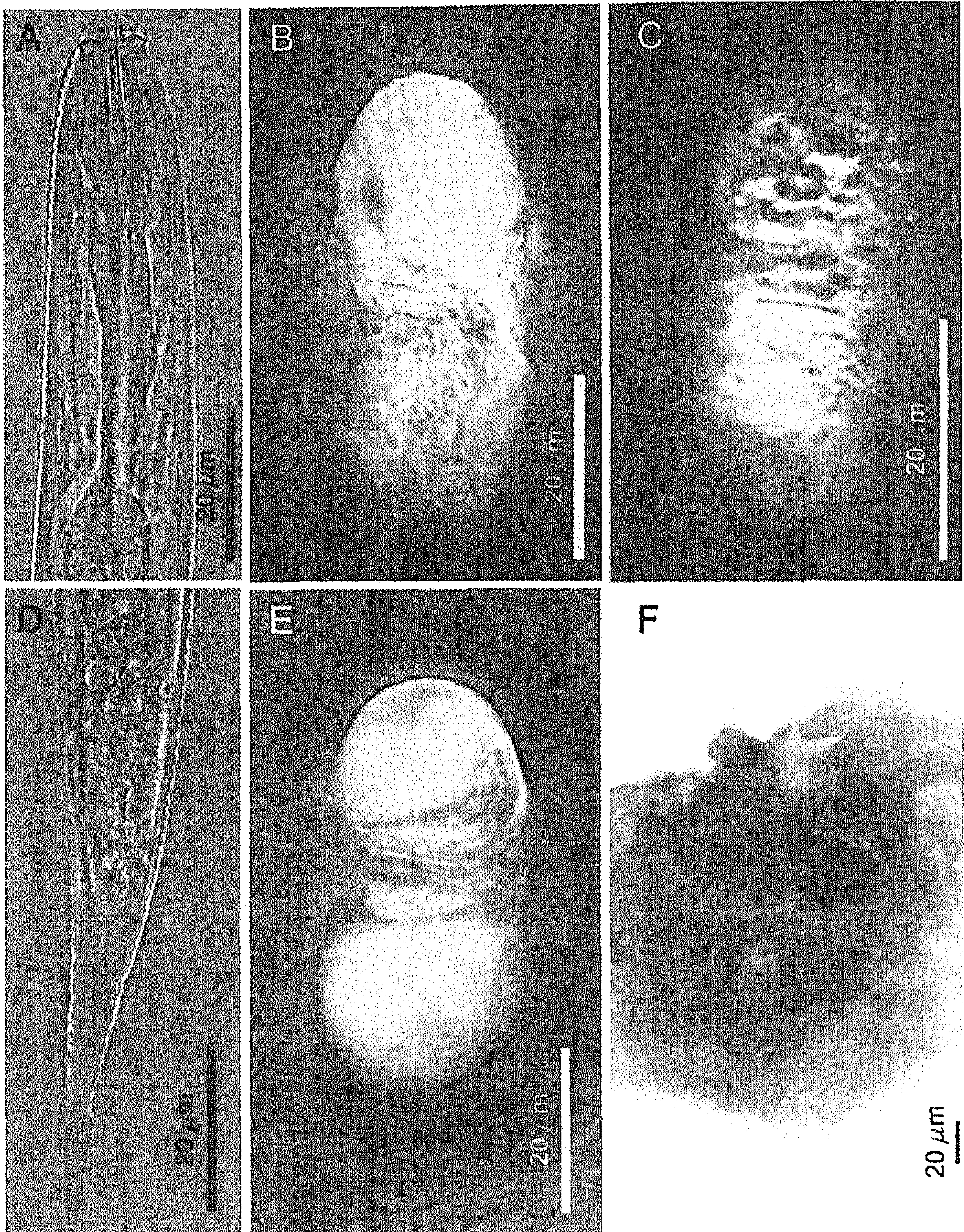
على النطاق العالمي بضمنها شمال أفريقيا وغرب آسيا وو الصين والهند وأمريكا واستراليا وأوربا. وهي من أهم وأخطر نيماتودا الحوصلات المسجلة في البلدان العربية. تتعاظم الخسائر في الأراضي الديمية المعتمدة على الأمطار والقليلة التسميد. موطن نشوء النيماتودا أوربا حيث سجل وجودها أول مرة على الشوفان ثم على القمح والشعير والذرة. هذه النيماتودا تصيب محاصيل الحبوب والحشائش (Poaceae) لكنها لا تتكاثر على أي من النباتات العريضة الأوراق(Handoo,2002 ; Nicol *et al.*,2007 ; Smiley & Nicol, 2009 ؛ دوابة وآخرون،2010). العائل الوحيد المسجل إصابته من غير النباتات النجيلية هو *Senebiera pinnatifida* من العائلة الصليبية (Abdollahi,2008). سجلت على القمح والشعير والذرة وعدد من الأدغال النجيلية في مصر والمغرب والجزائر وتونس وليبيا والسعودية وسوريا(دوابة وآخرون،2010).

الممرض (**Pathogen**) :

Heterodera avenae تمثل مجموعة من 12 نوعا. قدم (Handoo,2002) مفتاحا تصنيفيا لمجموعة النوع *H. avenae* تعتمد على صفات الحوصلة التي تشمل الشكل واللون وطبيعة جدار الحوصلة والثقوب وطول فتحة الفرج والمخروط الخلفي وكذلك صفات الطور اليرقي الثاني.

ثمة 3 أنواع هي الأكثر خطورة إقتصادية على محاصيل الحبوب : *H. avenae* و*H. filipjevi* و*H. latipons*. النيماتودا *H. avenae* واسعة الانتشار في مناطق زراعة القمح في المناطق المعتدلة. *H. filipjevi* ينتشر في شرق وشمال أوربا والشرق الوسط ووسط وغرب آسيا و شبه القارة الهندية وأمريكا الشمالية. *H. latipons* ينتشر أساسا في منطقة البحر المتوسط وفي آسيا وأوربا. كما يوجد نوعان آخران قليلي الأهمية على القمح هما *H. bifenestra* و*H. hordecalis*(Yan & Smiley,2010).

في النرويج وجد طرازين إمراضيين من *H. avenae* هما Ha 11 وHa 12 وفي السويد 3 طرز إمراضية أخرى. كما يوجد طرازين إمراضيين من *H. filipjevi* أحدهما وجد بالنرويج أيضا(Holgado *et al.*,2006).



شكل 4.11 : صور لنيماتودا *Heterodera avenae*. A وD : الراس والذيل للطور اليرقي الثاني. B,C,E : منطقة الثقوب للحوصلات تظهر شق الفرج وF : البولا (Bullae)

عن : (Handoo,2002)

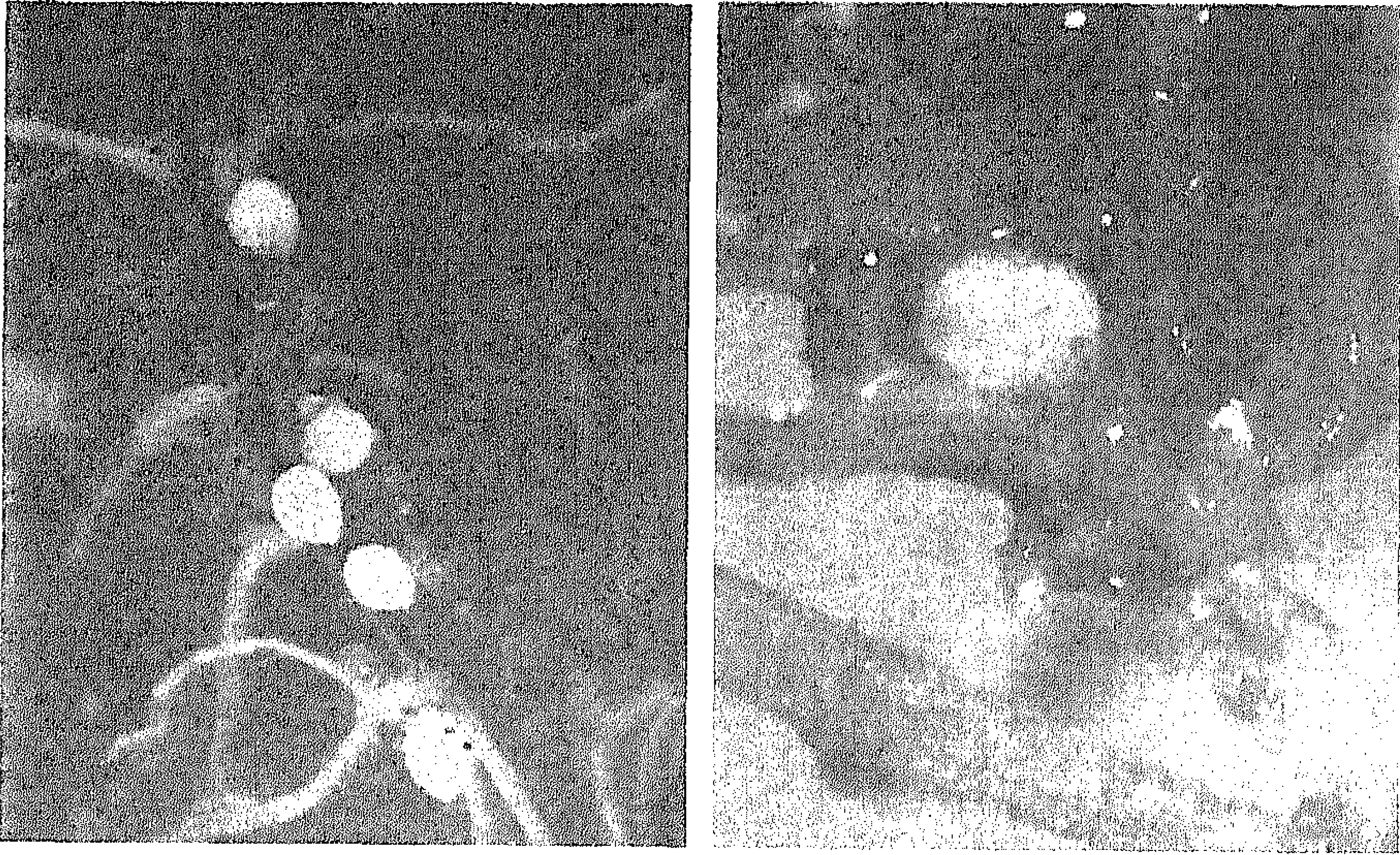


شكل 4.12: الطور اليرقي الثاني لنيماتودا *Heterodera avenae*

عن : (Smiley & Yan,2010)

الأنثى مدورة، بيضاء، 930 X 680 ملك ؛ الذكر دودي الشكل شفاف 1300 X 40 ملك. البيض بيضوي الشكل 143 X 50 ملك يتكون بداخلها الطورين اليرقيين الأول والثاني الدودية الشكل. يتحرر الطور اليرقي الثاني (شكل 4.11 و4.12) من البيضة بعد فترة مطلوبة من درجات الحرارة الواطئة لمدة شهرين على الأقل ويكون قادرا على الإصابة وهو بطول 0.5 ملم وقطر 0.02 ملم ويسبح لمسافة 30 سم بحثا عن الجذور لإصابتها. بينت الدراسات في آسيا والشرق الأوسط وأوربا أن النيماتودا *H. filipjevi* لا تحتاج إلى فترة تعرض لدرجات الحرارة الواطئة كي تتحرر من الحوصلة. تخترق يرقات الطور الثاني خلايا بشرة وقشرة أطراف الجذور الحديثة، تحصل التغذية بتكوين المجمع الغذائي (Syncytia). بعد تحقيقها الإصابة تنمو اليرقات إلى الطور اليرقي الثالث القنيني الشكل الساكن ثم الطور اليرقي الرابع المدور الشكل. الطور اليرقي

الرابع يتطور إلى ذكور أو إناث. الأناث تبقى مطمورة في الجذر تتغذى بينما الذكور تتحرك في التربة. جسم النيماتودا المنتفخ يؤدي إلى إنسلاخ قلف الجذر. تلقح الذكور الإناث وتكوّن الأنثى البيض الذي يبقى معظمه بداخلها حيث يمكن أن يصل عدده إلى 100 – 200 إلى 500-600 بيضة. مع نهاية موسم النمو تتحول الأنثى إلى حوصلة بيضاء اللون في البداية ثم تصبح بنية داكنة إلى سوداء وتكون في البداية محاطة بغلالة طباشيرية بيضاء، يتقسى غطائها أخيرا وتموت أجزائها الداخلية. طول الحوصلة 0.8 – 1.2 ملم وعرضها 0.55 – 0.9 ملم. تبقى الأطوار اليرقية حية في الحوصلة لبضع سنوات في غياب العائل. تنتشر الحوصلات مع حبوب المحصول وفي التربة(Gus.kova,2009 ; Smiley & Yan,2010 ؛ دوابة وآخرون،2010).

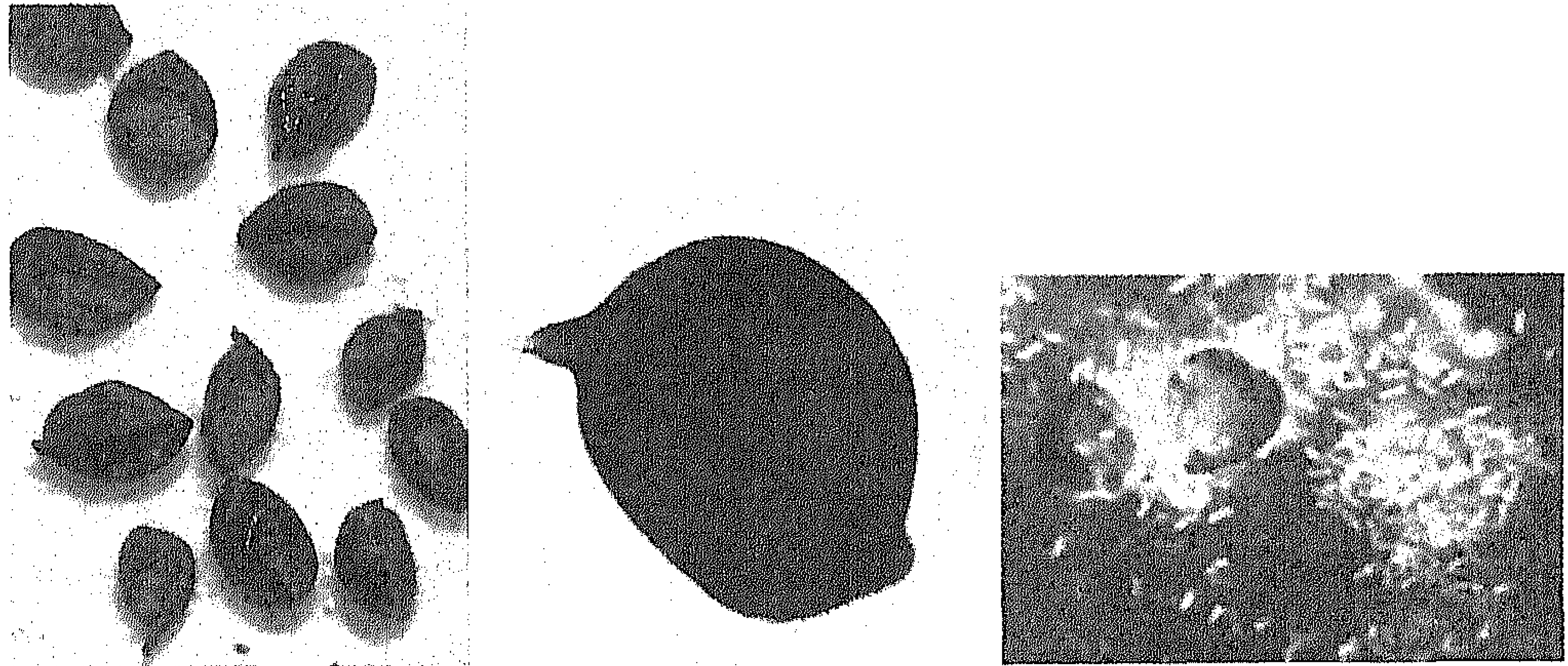


شكل 4.13: نيماتودا حوصلات الحبوب على الجذر
عن : (Gus.kova,2009) و(Smiley & Yan,2010)

تتعقد دراسة نيماتودا الحوصلات *H. avenae* و*H. filipjevi* بوجود الطرز الإمراضية (سلالات وضروب) المختلفة لكل منهما في مناطق العالم المختلفة وفي

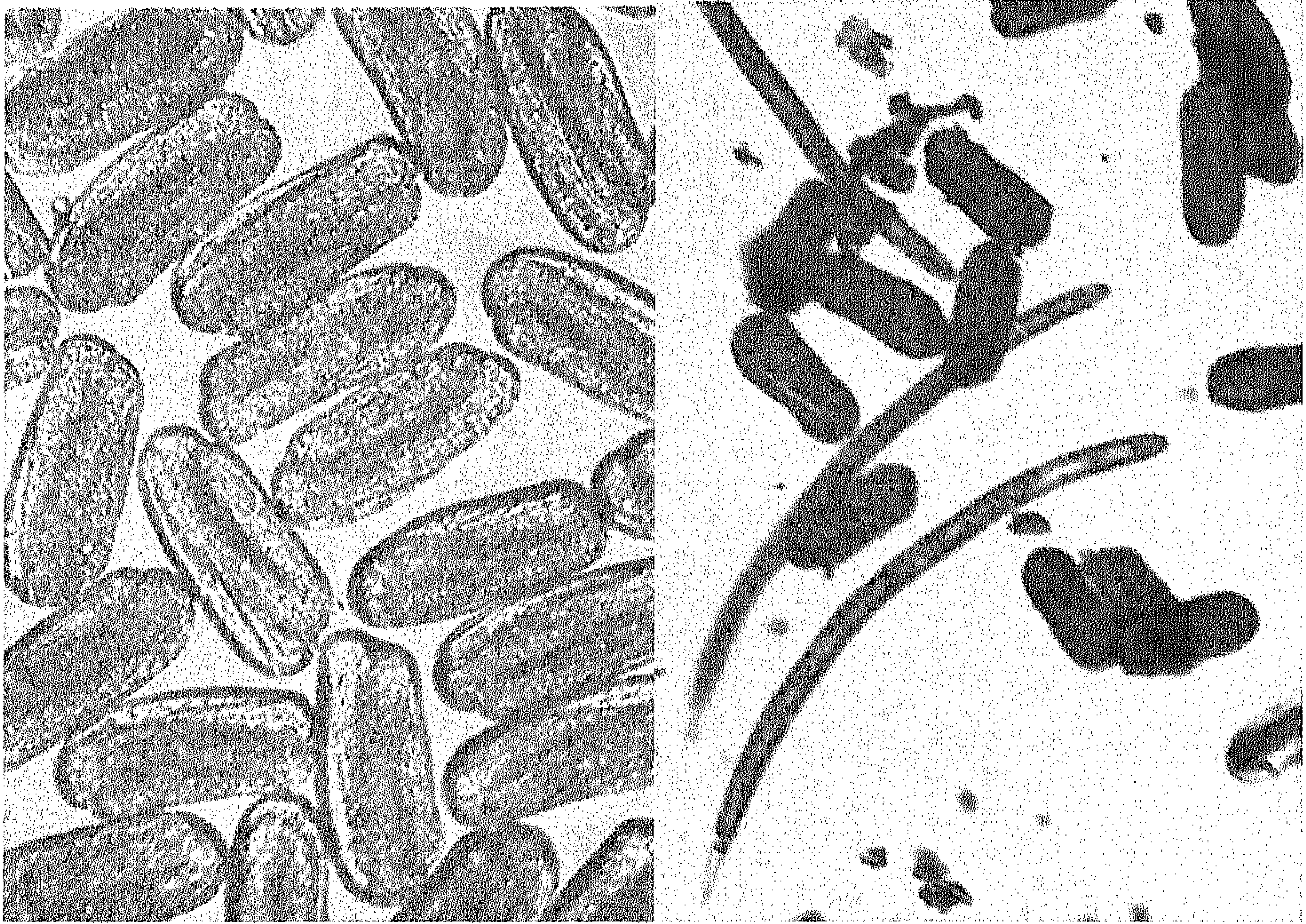
الإقليم أو المنطقة الواحدة وحتى في الحقل الواحد. هذه الطرز الإمراضية والسلالات تختلف في قدرتها على إصابة الأصناف المختلفة من المحاصيل. كما تتواجد مع هذه الأنواع نيماتودا *Pratylenchus* التي تزيد المر تعقيدا وهكذا يتوجب معرفة القدرات التكاثرية لهذه الطرز الإمراضية والسلالات من أجل البحث عن مصادر المقاومة. الطرق الجزيئية (PCR-RFLP) للتشخيص هي المعول عليها في الوقت الحاضر(Yan & Smiley,2010 ; Abdollahi,2008 ; Subbotin *et al.*,1999).

وجود أجسام الإناث البيضاء المنتفخة المطمورة في الجذر من العلامات التشخيصية الواضحة (شكل4.13). هذا يكون أوضح عند مرحلة إزهار النبات وغسل الجذور وفحصها بالمجهر تحت القوة X 20. إرتباط الإناث بالجذر يكون سائبا ويمكن غسلها وفصلها عنه بسهولة. تحلل الجذور وتفتت التربة خلال العمليات الزراعية يساعد على تحرر الحوصلات. كما أن تكسر الحوصلة يؤدي إلى خروج البيوض وفقسها (شكل4.14 و4.15).



شكل 4.14 : الحوصلات البنية الليمونية الشكل للنيماتودا *Heterodera avenae*(يسار) وحوصلة مقربة(وسط) وتحرر البيوض من الحوصلات بعد تكسرها(يمين)

عن : (Smiley & Yan,2010) و(Oregon State University)



شكل 4.15 : بيوض *H. avenae* تظهر وجود الأطوار اليرقية(يسار) والبيوض وتحرر الطور اليرقي الثاني(يمين)

عن : (Smiley & Yan,2010) و(Oregon State University)

الأعراض (Symptoms)

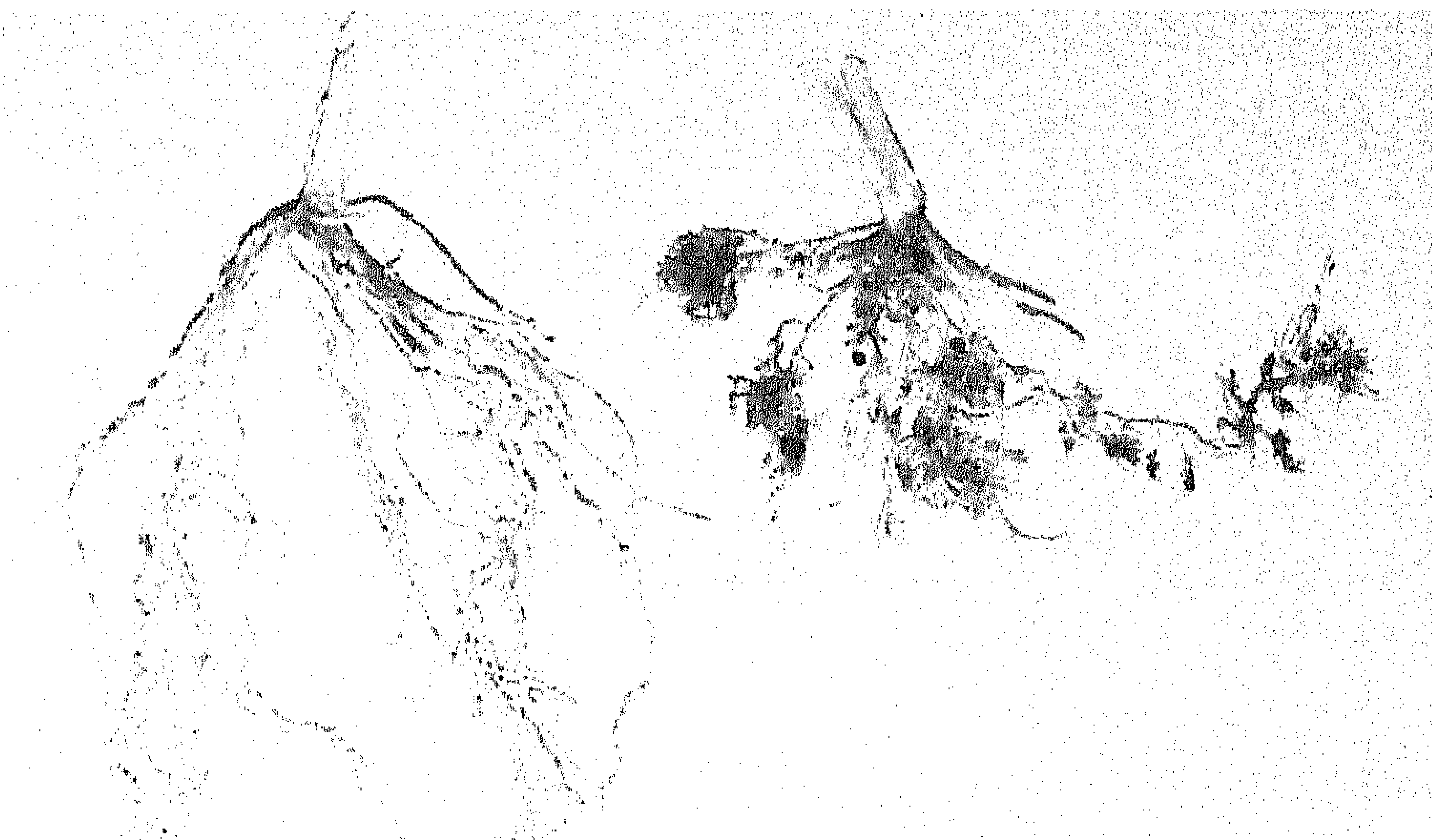
تظهر الجذور أعراضا مميزة يمكن أن تختلف بإختلاف نوع المحصول. من الأعراض المميزة على جذور القمح والشعير التفرع غير الطبيعي الذي يظهر بعد شهر أو أكثر من الإصابة بالطور اليرقي الثاني. التفرع يكون مكثفا في مواقع وجود وتغذي الإناث. وهكذا يتخذ الجذر في هذه المناطق منظره شجيريا وعقدا. كما تفشل الجذور من النمو عميقا في هذه المناطق.

وهكذا تصبح الجذور سطحية وضعيفة القدرة على الإمتصاص (شكل 4.16 و4.17). أما جذور الشوفان فتصبح قصيرة وغليضة لكنها لا تكوّن أعراض التعقد.



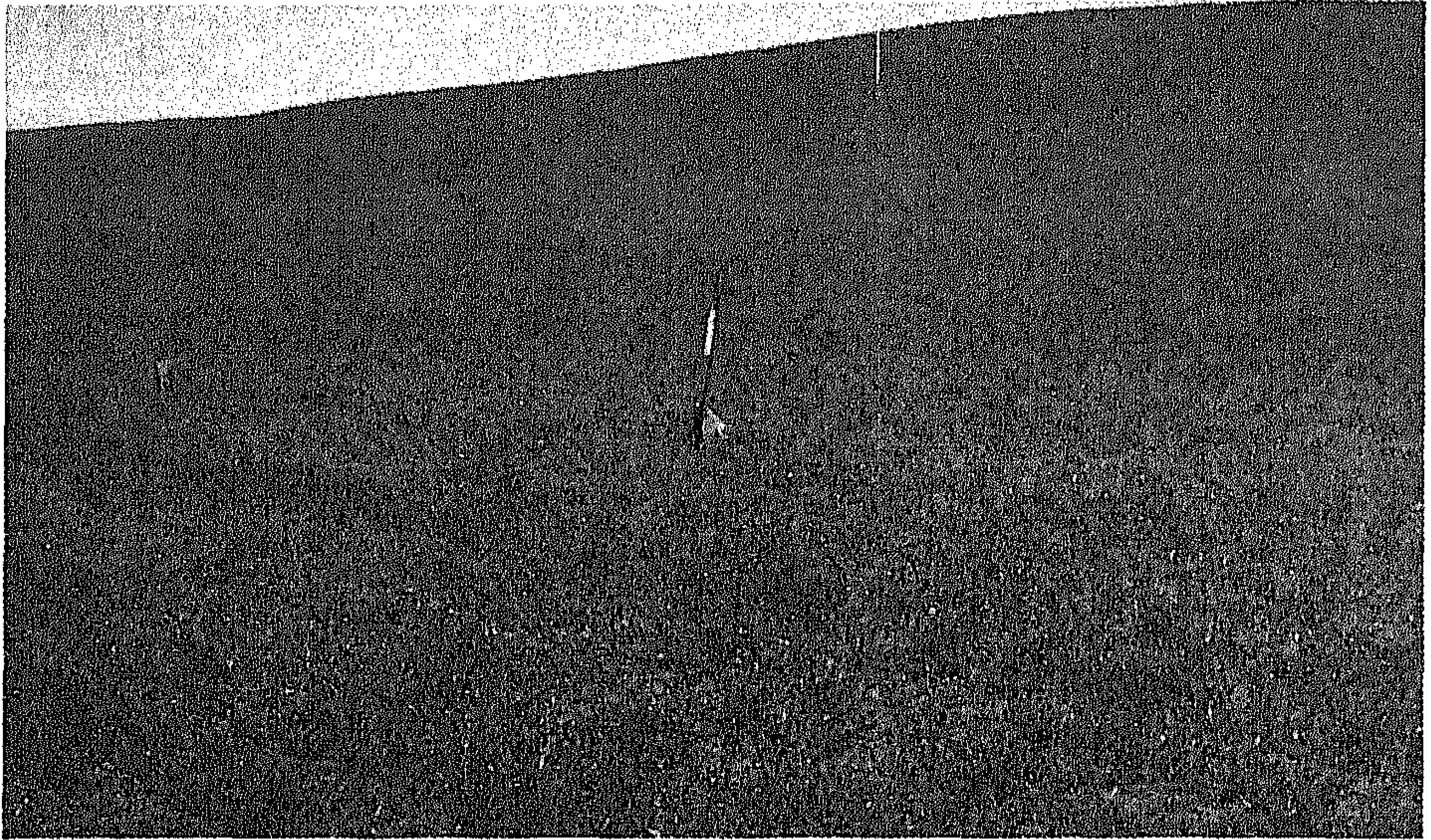
شكل 4.16 : أعراض الإصابة بنيماتودا *Heterodera avenae* على جذور القمح المزروعة في الحقل

عن : (Smiley & Yan,2010)



شكل 4.17: الأعراض على جذور القمح الربيعي القليل الإصابة(يسار) والشديد الإصابة بنيماتودا *Heterodera avenae*

عن : (Smiley & Yan,2010)





شكل 4.18 : الأعراض الحقلية على القمح الشتوي المصاب بنيماتودا *Heterodera avenae* في الأراضي الديمية حيث تكون بشكل بقع من النباتات الضعيفة النمو(أعلى) وصورة مقربة تظهر ضعف النباتات وقلة كثافتها نتيجة الإصابة(أسفل)

عن : (Smiley & Yan,2010)

في الحقل تظهر البادرات المصابة في بقع وهي قليلة الكثافة وضعيفة النمو، شاحبة الخضرة (شكل4.18).

يمكن أن تظهر الإصابات على مساحات واسعة ومنتظمة من الحقل عند تكرار زراعة النبات أو الصنف الحساس. النباتات المصابة لا تكون سنابل أو إذا كونتها فتكون ضعيفة قليلة البذور. وتتعمق الأعراض مع تعرض النباتات لعوامل إجهاد أخرى كقلة التسميد أو الري علما أن هكذا نباتات لا تشفى حتى لو تم إضافة الأسمدة أو توفر الماء بعد ذلك. النباتات الشديدة الإصابة تكون متقزمة وتنضج مبكرا كما هو الحال مع النباتات المصابة بمرض الكاسح. النباتات المصابة تصبح عرضة ايضا لإصابات الفطريات المعفنة للجذور والفطريات والبكتريا والنيماتودا الرمية.

وحيث يصعب تشخيص الإصابات النيماتودية عموما وهذه النيماتودا خصوصا من قبل المزارعين وحتى المراقبين الزراعيين والمتخصصين، كثيرا ما يجري إعتبار الحالة المرضية نتيجة الظروف الزراعية والبيئية غير الملائمة أو الإعتقاد بكونها متسببة عن فطريات *Rhizoctonia* أو مرض الكاسح(Smiley & Yan,2010 ; دوابة وآخرون،2010).

تطور المرض (Development of Disease)

يفقس البيض بعد مروره بفترة سكون من حوالي شهرين يتعرض خلالها إلى درجات حرارة منخفضة. درجة الحرارة المثلى للفقس هي 4 – 25 مْ والمثلى 10 مْ. الفقس يعمد على توفر الرطوبة ودرجات الحرارة الملائمة بالدرجة الأولى. بعد الفقس يتحرر الطور اليرقي الثاني وهو الطور المعدي حيث يتمكن من إصابة أطراف جذور النبات العائل الحساس في منطقة الإستطالة ويمر بثلاثة إنسلاخات لتتكون الإناث والذكور كما سبق ذكره. تطمر الأنثى رأسها في الجذر قرب البشرة الداخلية لتتغذى وهي ساكنة بينما تكون الذكور حرة الحركة. تكون هذه النيماتودا جيلا واحدا في السنة(دوابة وآخرون،2010). الضرر المتسبب عن الإصابة ينشأ عن إحداث الثقوب وإستنزاف المواد الغذائية وتشويه الأنسجة نتيجة إفراز الهرمونات اللازمة لإحداث مجمعات التغذي وتغير مظهر الجذر وطبيعة نموه وإنسلاخه نتيجة الضغوط التي تسلطها الإناث المنتفخة على الأنسجة.

السيطرة على المرض (Control)

1 . الطرق الصحية

يصعب القضاء على النيماتودا الحوصلية عند دخولها الحقل ويصبح الحد منها وعدم السماح بانتشارها إلى الحقول المجاورة مسألة حيوية. إن هذه النيماتودا تنتقل مع إنتقال التربة الملوثة بأي وسيلة كانت كالمكائن والأدوات الزراعية وأحذية العاملين والمحاصيل الجذرية وغيرها. وتنتقل النيماتودا بواسطة الغبار وماء الري.

يتوجب مراقبة كثافة النيماتودا (البيوض والطور اليرقي الثاني) في التربة لتكون أقل من الحد الحرج وهو 5 نيماتودا / غم تربة.

2 . الدورة الزراعية

الخسائر بسبب هذه النيماتودا تتعاظم مع تكرار زراعة المحصول الحساس سنويا. الدورة الزراعية التي تتضمن محاصيل عريضة الأوراق ثم ذرة فتبوير ثم أصناف قمح أو شعير أو شوفان مقاومة يمكن أن تخفض كثيرا من تعدادات النيماتودا. كما أن زراعة العوائل الحساسة باقل من نصف المدة في الترب الثقيلة النسجة وبأقل من ربع المدة في الترب الخفيفة النسجة يمكن أن تخفض أعداد *H. avenae* على نحو كبير جدا(Smiley & Yan,2010). في المملكة العربية السعودية تم زيادة محصول القمح في أحد المشاريع الكبرى الشديدة التلوث بالنيماتودا من 3.5 إلى 7 – 8 طن / هكتار وذلك بزراعة البرسيم الحجازي لموسمين متعاقبين. هذه العملية إضافة إلى تخفيض أعداد النيماتودا فإنها تغني عن خدمة الحقل بعد الموسم الأول والتسميد النتروجيني ايضا(دوابة وآخرون،2010).

3 . الأصناف المقاومة

تتوفر اصناف قمح مقاومة تحمل جين المقاومة *Cre1*. كما تم تشخيص جينات المقاومة *Cre2* و*Cre5* و*Cre6* و*Cre8* المنقولة إلى القمح من نبات البرسيم البري *Aegilops ventricosa*. كذلك عرف الجينان *Cre3* و*Cre4* المنقولين من الأب *A. tauschii* والجين *Cre7* المنقول من الأب *A. triuncialis*(دوابة وآخرون،2010). المفضل هو استخدام الصناف المقاومة والمتحملة في الوقت نفسه. مع العلم أن الصنف المقاوم للنوع *H. avenae* قد لا يكون مقاوما للنوع *H. filipjevi*. وعليه

يتوجب تشخيص نوع وسلالة النيماتودا قبل التوصية باستخدام الصناف المقاومة. لا تتوفر في الوقت الحاضر أصناف مقاومة ضد *filipjevi*. ينصح بزراعة أصناف الشعير المقاومة بدل أصناف الشوفان المقاومة بسبب زيادة تحملها(Holgado *et al.*,2006).

4 . المكافحة الأحيائية

استخدام الفطريات المفترسة للنيماتودا مثل *Verticillium chlamdosporium* و*Nematophthora gynophila*(دوابة وآخرون،2010).

5 . التدخين الحيوي (**Biofumigation**)

تضمين وتقليب نباتات الخردل واللفت وحشيشة السودان في التربة يؤدي إلى تحللها وتحرير أبخرة تقوم بقتل النيماتودا والمسببات المرضية وبذور الأدغال.

6 . المكافحة الكيميائية .

هذه الطريقة فعالة ومستخدمة وممكنة إقتصاديا خصوصا في الأراضي المروية. يبدو أن معاملة البذور بمبيدات النيماتودا ديكارب أو ديكار سلفون أو أيزوفنفوس أو فيوراثيوكارب أو كاربوفيوران أو أوكساميل تعطي نتائج جيدة.(Smiley & Yan,2010 ; Yan & Smiley,2010 ; دوابة وآخرون،2010).

مرض نيماتودا الحوصلات الصفراء والبيضاء على البطاطا

Yellow and White Cyst Nematodes on Potato

Globodera palilida و Globodera rostochiensis

تعتبر نيماتودا الحوصلات أهم أنواع النيماتودا المهددة لمحصول البطاطا(Carta *et al.*,2005).

تسبب نيماتودا الحوصلات على البطاطا أمراضا رئيسة على المحصول في

المناطق المعتدلة الباردة خاصة نيماتودا الحوصلات البيضاء. تعتمد الخسائر في محصول البطاطا المتسببة عن هذه الأمراض على كثافة بيض النيماتودا في التربة، فكل 20 بيضة / غم تربة تسبب خسارة 2 طن بطاطا / هكتار. وإن الزراعة المتكررة للبطاطا التي تقود إلى كثافة عالية لأعداد النيماتودا يمكن أن تسبب خسارة في محصول البطاطا تصل إلى 80 %.

تصيب هذه النيماتود بالأساس نباتات البطاطا كما تصيب نباتات الطماطة والباذنجان وحوالي 90 نوعا من الأدغال العائدة إلى .*Solanum* spp مثل *S. dulcamara* و*S. elaeagnifollum* و*S. sarracholdes* و*S. nigrum* إضافة إلى *Datura stramonium*.

الموطن الأصلي لنيماتودا الحوصلات على البطاطا هو جبال الأنديز في امريكا الجنوبية وهي موطن نبات البطاطا الذي إنتقلت معه إلى اوربا في أواسط القرن التاسع عشر ومنها إلى المناطق الأخرى من العالم. أكتشفت نيماتودا الحوصلات على البطاطا سنة 1913 في المانيا. تنتشر نيماتودا *Globodera rostochiensis* في أغلب البلدان الأوربية ولبنان والهند وباكستان والفلبين واليابان ومصر وليبيا وتونس والجزائر والمغرب وسيراليون وجنوب أفريقيا. وتنتشر في معظم بلدان أمريكا الجنوبية التي هي موطنها الأصلي وفي كندا والمكسيك وكذلك في أستراليا التي شهدت تفشيين للمرض في 1986 و1991 ونيوزلاندا. وتنتشر نيماتودا *Globodera palilida* في معظم البلدان الأوربية والجزائر وتونس وجنوب افريقيا وباكستان والهند وامريكا الجنوبية وباناما وكندا ونيوزلندا.

إن هذه النيماتودا خاضعة للحجر الزراعي(OEPP/EPPO, 1978; 1981) في مناطق حوض البحر المتوسط والشرق الأوسط وأوربا وغيرها من المناطق. لكن النيماتودا *G. palilida* تكون أقل انتشارا من *G. rostochiensis* في مناطق حوض البحر المتوسط والشرق الأوسط واوربا بإستثناء جنوب بريطانيا.

الممرض (Pathogen): تتالف آهلات نيماتودا *G. rostochiensis* من 5 ضروب إمراضية (Ro1 إلى Ro5) وآهلات *G. pallida* من 3 ضروب إمراضية (Pa1

إلى Pa3). تمييز هذه الضروب الإمراضية كما في غيرها يتم من خلال الإختلاف في قـدرتها علـى التكـاثر وإحـداث المـرض فـي مجموعـة مـن الأصـناف المفرقـة للعائل(EPPO/CABI, 1997a). يقوم المركز العالمي للبطاطا في ليما – البيرو (The International Potato Center in Lima, Peru) بتشخيص الأنواع والضروب لنيماتودا الحوصلات على البطاطا مجانا(Ferris, 2006c). لأغراض التشخيص المظهري لهذه النيماتودا يمكن الرجوع إلى (Golden,1986; Baldwin & Mundo-Ocampo, 1991; EPPO/CABI, 1997a) ولأغراض التشخيص الجزيئي إلى (Carta *et al.*,2005).

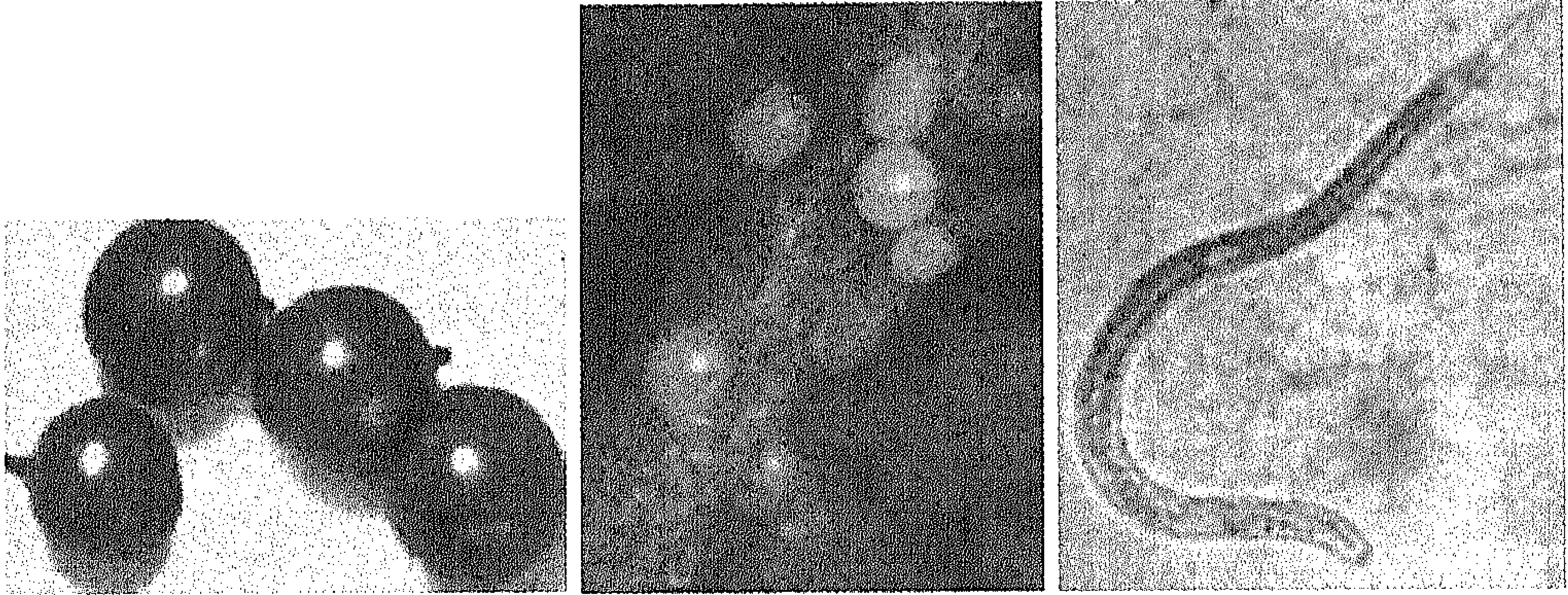
الأعراض (Symptoms)

لا تسـبب الإصـابة بنيمـاتودا .*Globodera* spp اعراضـا خصوصـية بـل تظهـر الإصابة بشكل مناطق متفرقة من نباتات ضعيفة النمو مع أعراض إصفرار وذبول أو مـوت الأوراق. علمـا أن تخفيض الإنتـاج يمكـن أن يحصـل حتى في حالـة الأعـراض الخفيفة.

تظهر نيماتودا *G. palilida* و*G. rostochiensis* إعتمادا شـديدا على نمو العائل فـي توقيتات دورة حياتهـا. حيث يحفز بيضـها علـى الفقـس بواسطة مـواد ناضـحة مـن جـذور نباتـات البطاطـا والطماطـة بشـكل Solanoeclepin A وهـي مركبـات شـبيهة بمركبات Glycinoeclepins المحفزة لفقس بيوض نيماتودا الحوصلات *Heterodera glycines*. هـذه المـواد ترفـع نسـبة التفقيس إلـى 60 – 80 % مقارنـة بنسـبة تفقيسـها في الماء والتي تبلغ حوالي 5 %.

الطـور اليرقـي الثـاني الـذي يتحـرر عنـد فقـس البـيض يكـون دودي الشـكل طولـه 0.47 ملم له رمح قوي وذيل مدبب يقوم بإصابة جذور النبات حيث يخترقها ويحـول بعـض خلايـا الـدائرة المحيطيـة أو القشـرة أو القشـرة لداخليـة إلـى مجمـع غـذائي (Syncytium) يستمر في التغذية عليه وصولا إلى الطورين الثالث والرابع حيث تتميز إلى إناث أو ذكـور. الـذكور دودية الشكل طولها 1.2 ملـم شوكات التزاوج فيها تكـون قصيرة وغير مدببة تقع قرب الذيل. الإناث كروية الشكل ذات رقبة بـارزة، قطرهـا 0.45 ملم. الإنـاث تنتفخ وتمزق الأنسجة لتظهر على سطح الجذر مع بقائها متغذية على

الخلايا المغذية بينما تقوم الذكور الدودية الشكل السريعة الحركة بتلقيح الإناث ثم تموت. يتكون البيض داخل جسم الأنثى التي تظهر على سطح الجذر بلون ابيض وتستمر كذلك في حالة النيماتودا *G. pallida* بينما يتحول لونها إلى الأصفر الذهبي لمدة 4 – 6 أسابيع. عند نضج الإناث تموت ويتحول جلدها إلى غلاف واقي قوي لكيس البيض (Cyst) الذي يصبح لونه بنيا (شكل4.19). يحتوي الكيس عادة على 500 بيضة، ينفصل عن الجذر ليتحرر إلى التربة. بعض البيض يمكن ان يفقس مباشرة أو يبقى في التربة في حالة سكون(Ferris,2005b ;Ferris, 2006c EPPO/CABI, 1997a).



شكل 4.19 : يرقة الجيل الثاني النيماتودا *G. pallida*(يمين) والإناث البالغات لها تتغذى على جذر نبات البطاطا(وسط) والأكياس(يسار)
عن : (Lilley *et al.*,2005)

تطور المرض (Development of Disease)

إن بقاء وتكاثر وحركية آهلات نيماتودا الحوصلات على البطاطا تتأثر كثيرا بالظروف البيئية كدرجات الحرارة والرطوبة وطول النهار وتبقى في البيئات التي تلائم

نمو نبات البطاطا. يمكن ان تبقى الأكياس في التربة في حالة سكون لمد طويلة تصل إلى 25 - 30 سنة وتكون في هذا الطور مقاومة لمبيدات النيماتودا. تفقس البيوض بعد إرتفاع درجة الحرارة فوق 10 مْ وبتحفيز مواد تفرز من جذور العائل كما ذكر سابقا. تخترق يرقات الجيل الثاني الجذور وتقيم مجمعات تغذي حيث تعاني 3 إنسلاخات لتتحول إلى الجيل الثالث والرابع ومن ثم إلى ذكور أو إناث بالغات. يتحدد الجنس كما في بقية نيماتودا الحوصلات بوفرة المواد الغذائية حيث تزداد نسبة الإناث أو شحتها ووجود كثافة من آهلات النيماتودا لتزداد نسبة الذكور. تنمو الإناث البالغات وتتكور وتبرز مؤخرتها على سطح الجذر. تبقى اليرقات الذكرية تغذى داخل الجذر وعند نضجها تتوقف عن التغذي وتتحول إلى الشكل الدودي باحثة عن الإناث التي تجذبها بواسطة إفرازها للفرمونات حيث تقوم بتلقيحها عدة مرات وتموت. تحمل الإناث البيض داخل أجسامها وبعد إكمال وضع البيض تموت الأنثى متحولة إلى كيس يحتوي على البيض.

في غياب العائل يحصل إنخفاض سنوي في أعداد النيماتودا هذه يتراوح بين 18% في الترب الباردة إلى 50 % في الترب الحارة بمتوسط يبلغ 30 %. إعتمادا على درجة حرارة التربة يمكن للنيماتودا الحوصلات على البطاطا أن تكمل دورة حياتها خلال 38 – 48 يوما(Kerry *et al.*,2003 ; Ferris, 2006c).

لا يمكن التعويل على أعراض المرض في تحديد المسبب في هذه الحالة ولا بد من التحقق من وجود أكياس هذه النيماتودا أو الإناث والأكياس على جذور النباتات المصابة. تتوفر عدة طرق لاستخلاص يرقات الجيل الثاني من التربة(Southey, 1986; OEPP/EPPO, 1991). الإناث البالغات والأكياس يمكن ان ترى بالكاد بالعين المجردة حيث تبدو بشكل كرات صغيرة بيضاء أو صفراء على سطح الجذر. يمكن تمييز نوعي النيماتودا من خلال التحقق من لون الأنثى في مراحل نموها ما إذا كانت بيضاء أو كريمية ولكن ليست صفراء لفترة طويلة (*G. rostochiensis*) أو انها تتغير من الأبيض إلى الأصفر (*G. rostochiensis*). ويمكن تمييز يرقت الجيل الثاني من خلال القياسات تحت المجهر. وتتوفر طرق كيموحيوية وجزيئية في حال عدم كفاية المعطيات المظهرية.

يصعب كشف وجود هذه النيماتودا عند إنتقالها إلى حقول جديدة بسبب

إنخفاض تعدادات النيماتودا في البداية وتوزعها غير المتجانس في الحقل. حيث ان كشف وجود كيس واحد من النيماتودا *G. rostochiensis* في 200 غم تربة (نموذج) يكون مؤشرا لوجود 62 مليون كيس حي في مساحة 800 م2 من الحقل وهذا يتطلب 5 مواسم متتالية من زراعة البطاطا(Trudgill *et al*.,2003).

خلال الفحص الروتيني لوجود النيماتودا الحوصلات *Globodera* في حقول البطاطا لا حظ (Reid & Pickup, 2005) وجود اكياس للنيماتودا ويرقات الجيل الثاني مختلفة مظهريا عن أي من نوعي *Globodera* ولهذه الإختلافات اساس وراثي كما تبين من خلال الدراسة الجزيئية لها مما يشير إلى إحتمال كونها هجينا لها أو قد تمثل نوعا جديدا ستكشفه الدراسات اللاحقة.

الحركة الذاتية ليرقات الجيل الثاني لهذه النيماتودا كما لغيرها تكون محدودة جدا لكن وسائل الانتشار الفعالة للنيماتودا تتم بواسطة تقاوي البطاطا والشتلات الملوثة والتربة وماء المطر والري والآلات الزراعية.

السيطرة على المرض (**Control**)

1 . يعتبر الحجر الزراعي من وسائل الوقاية الفعالة حيث ان نيماتودا الحوصلات على البطاطا من اكثر المسببات المرضية قدرة على البقاء واصعبها على المكافحة.

2 . الدورة الزراعية لبضع سنوات حيث تنخفض اعداد النيماتودا بدرجات مهمة بعد 7 سنوات من غياب محصول البطاطا أو النباتات العائلة الأخرى.

3 . زراعة الأصناف المقاومة حيث يوفر نبات *Solanum vernei* مصدرا للمقاومة المتعددة الجينات تجاه النيماتودا *G. pallida*(Lilley *et al*.,2005).

4 . تشميس التربة (Soil Solarization) حيث يتم تغطية التربة بقطع النايلون الشفاف في أشهر الصيف ما يؤدي إلى رفع درجة حرارة التربة بحيث تقتل النيماتودا والكثير من المسببات المرضية الأخرى. هذه الطريقة يمكن ان تؤدي إلى تخفيض اعداد النيماتودا بنسبة 96 – 99 % في التربة السطحية بعمق 10 سم والأكياس بعمق 5سم.

5 . المكافحة الكيميائية بمعاملة التربة بمبيدات النيماتودا.

6 . زراعة النباتات الصائدة مثل *Solanum sisymbriifolium* الذي يحفز تفقيس البيض ويصاب دون تطور يرقات الجيل الثاني إلى بالغات. وإغناء التربة بإضافة السماد الأخضر لنباتات *Brassica* spp. و *Tagetes* spp. يمكن ان يؤدي إلى القضاء على هذه النيماتودا بتحريرها لمواد سامة للنيماتودا 2-Phenylethyl glucosinolate وMyrosinase من تحللها الإنزيمي(Kerry *et al.*,2003).

7 . المكافحة المتكاملة باستخدام اكثر من طريقة من الطرق المذكورة اعلاه سوية يعطي نتائج اكثر فاعلية في مكافحة المرض(Ferris, 2006c ; EPPO/CABI, 1997a).

الفصل الخامس Chapter 5

مرض التدهور البطيء على الحمضيات نيماتودا الحمضيات

Tylenchulus semipenetrans Slow Decline on Citrus

Citrus Nematode Tylenchulus semipenetrans

اكتشف المرض من قبل J. R. Hodges سنة 1912 في الولايات المتحدة وتم وصف النيماتودا المسببة للمرض من قبل N. A. Cobb سنة 1914. المرض عالمي واسع الانتشار حيث ينتشر في ولاية فلوريدا بنسبة 53 – 89 % وبنسبة 95 % في ولاية كاليفورنيا ويسبب خسائر سنوية في الإنتاج العالمي للحمضيات تقدر بنسبة 8 – 12 %(Noling, 2003 ; Ferris,2007b). سجلت النيماتودا *T. semipenetrans* في العراق سنة 1965 مسببة مرض تدهور الحمضيات. تنتشر هذه النيماتودا في بساتين ومشاتل العراق بنسب عالية جدا تصل إلى أكثر من 95 % ويمكن أن تصل أعداد النيماتودا هذه إلى 000 250 / كغم جذور مع التربة وتخفض حجم الجذور إلى 20 % من حجم جذور الأشجار السليمة(Maqbool & Kerry, 1997). كما تصيب بصورة متقطعة جذور الزيتون والليلك والعنب والكاكي (Persimmon) (Stephan,1997).

تصيب نيماتودا *T. semipenetrans* 29 نوعا و21 هجينا من الحمضيات والكاكي والزيتون والعنب والليلك.

الممرض (Pathogen) : *Tylenchulus semipenetrans*، جنس *Tylenchulus*،

تحت عائلة *Tylenchulinae* ، عائلة *Tylenchulidae* ، رتبة *Tylenchida*.

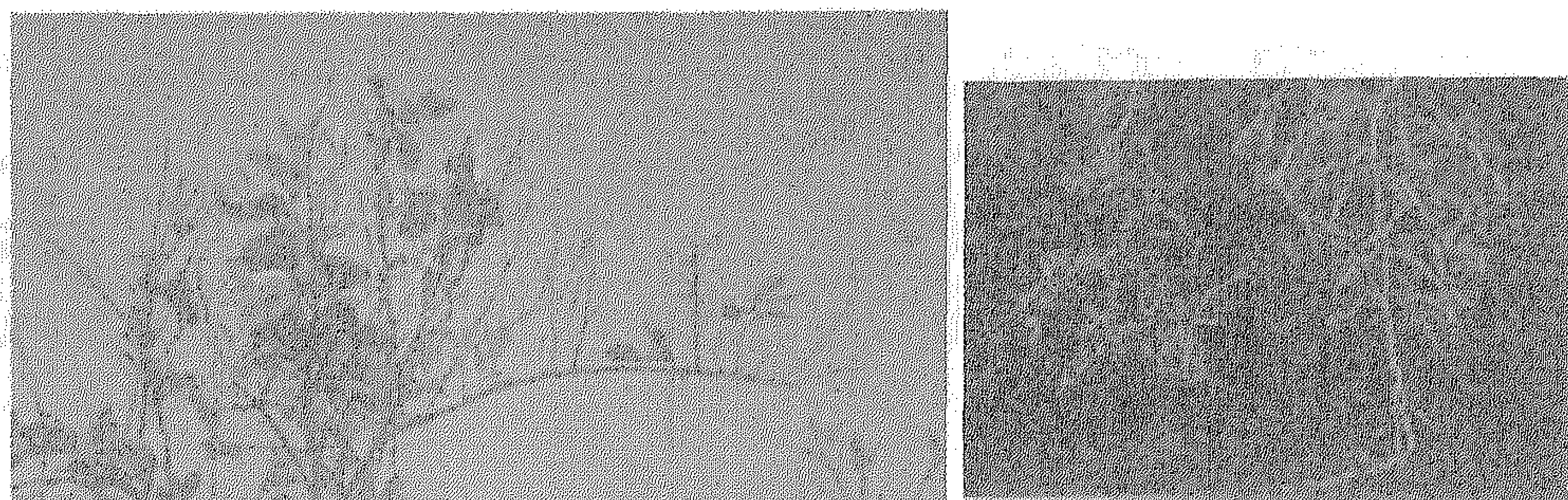
تعرف 4 طرز بيولوجية (Biotypes) للنيماتودا *T. semipenetrans* جميعها تصيب أنواع *Citrus* لكنها تميز على أساس إستجابة الزيتون والعنب و*P. trifoliata* للإصابة وتكاثر النيماتودا عليها(Inserra *et al.*,2003 ; Ferris,2007b).

سلالة الحمضيات تصيب أجناس كثيرة من العائلة السذابية *Rutaceae* بما فيها جنس الحمضيات *Citrus* وتصيب الزيتون والعنب والكاكي وتتكاثر عليها بشدة قليلة التكاثر على البرتقال ثلاثي الورقة وهجنه. سلالة البحر المتوسط لها القدرات نفسها لكنها لا تتمكن من إصابة الزيتون. سلالة البرتقال ثلاثي الأوراق تتكاثر جيدا على البرتقال وخصوصا على البرتقال ثلاثي الأوراق وهجنه والعنب لكنها لا تتمكن من التكاثر على الزيتون(عبد الجواد وآخرون،2010).

حسب (عبد الجواد وآخرون،2010) مميزات *T. semipenetrans* تتمثل بعدم وجود فصوص للبصلة الخلفية للمريء ووجود الرمح في الانثى بطول 15 ملك بينما يكون أثريا في الذكور. الفتحة الإخراجية توجد في الربع الاخير من الجسم أمام الفتحة التناسلية. للأنثى مبيض واحد وتكون دودية وهي حديثة تتحور إلى الشكل الليموني في المنطقة البارزة من الجسم خارج الجذر بينما يكون نصف طولها إسطواني الشكل داخل الجذر بينما لها ذيل إسطواني مدبب.

الأعراض (Symptoms)

يؤدي نشاط النيماتودا في الاختراق والتغذي على الجذور إلى تدمير خلايا الجذر وجعلها عرضة لهجوم المسببات المرضية الأخرى مما يؤدي أخيرا إلى قتل الجذور خلال سنوات قليلة. تأثر الجذر ينتج أعراض ضعف النمو والموت التراجعي التدريجي حيث يحصل إصفرار و فقدان دائمي لأوراق الأطراف وموت الأطراف خصوصا في ظروف الإجهاد التي يمكن ان تظهر اعراض الذبول ويقل حجم الثمار وإنتاج الشجرة (شكل5.1). إن تطور الأعراض وشدتها يتناسب وكثافة النيماتودا حيث تقدر الخسارة بإنتاج الشجرة بنسبة 5 % لكل 1000 نيماتودا / غم تربة (Ferris,2007b).



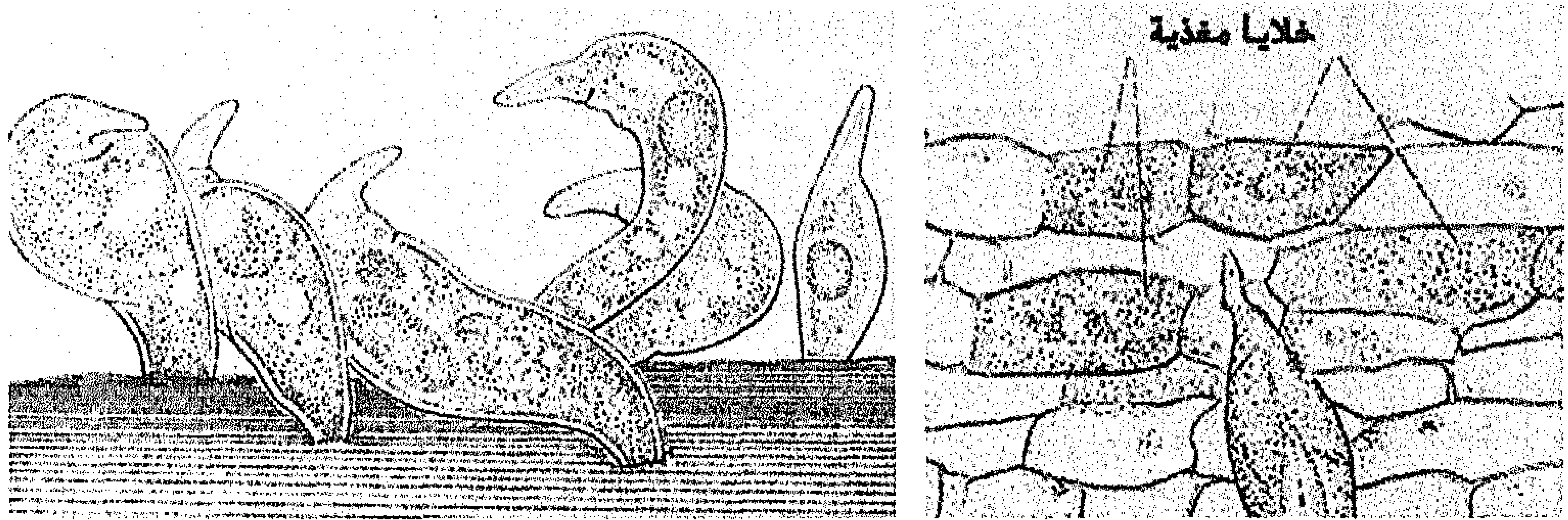
شكل 5.1 : جذر مصاب بنيماتودا *T. semipenetrans* يكون متقزما وتعلق به كتل من التربة مقارنة بجذر سليم إلى يمينه(يمين) وأعراض سقوط الأوراق وموت الأطراف على شجرة حمضيات مصابة بالنيماتودا(يسار)
عن : (Ferris,2007b)

عند زراعة الأشجار في تربة ملوثة اصلا بالنيماتودا تدهور الشجرة يستغرق 3 إلى 5 سنوات لكن تطور الأعراض يكون أبطأ ظهورا عند زراعة شجرة مصابة في تربة خالية من النيماتودا حيث تمتد الجذور بسرعة في التربة الخالية من النيماتودا وبطيء إنتقال النيماتودا خلال الجذور أو إلى التربة. وتتعاظم الأعراض مع إرتفاع الماء الأرضي وزيادة الملوحة والمادة العضوية في التربة(Noling, 2003). لكن العاملين الأولين لا يبدوان مشجعين لتكاثر النيماتودا بل يؤثران سلبا على نمو النبات وبالتالي يسهمان في ضعف مقاومته للنيماتودا أو بإضافة اعراض فسلجية المصدر. فهذه النيماتودا تتأثر سلبا بزيادة الرطوبة وتفضل الترب القليلة الرطوبة كما في مناطق البحر المتوسط مقارنة بالمناطق الإستوائية وشبه الإستوائية، وإن مداها العوائلي يقتصر على النباتات المعمرة ذات الجذور القليلة العمق(Ferris,2007b).

تطور المرض (**Development of Disease**)

تنتقل النيماتودا *Tylenchulus semipenetrans* عادة بواسطة الشتلات المصابة ومن ثم بواسطة ماء الري.

تتطور بيوض النيماتودا خلال 14 يوما، تفقس البيضة عن يرقة الجيل الثاني. يمكن تفريق يرقات الجيل الثاني الذكرية والذكور حيث تمتلك الذكور بلعوم أقصر وقطر جسمها أكبر. يرقات الجيل الثاني الذكرية أو الذكور البالغات لا تقوم بالتغذي على الجذر وليس لها دور في إحداث المرض أو تكاثر هذه النيماتودا حيث تكوّن الأنثى بيوضها بطريقة عذرية. أما يرقات الجيل الثاني الإناث فتمثل الطور الباقي حيث يمكنها البقاء في التربة لبضع سنوات.



شكل 5.2 : أنثى نيماتودا *T. semipenetrans* تتغذى على الخلايا المغذية(يمين) وأجسام النيماتودا خارج سطح الجذر بينما رؤوسها مطمورة في انسجة الجذر(يسار) عن : (Ferris,2007b)

تتغذى يرقات الجيل الثاني الإناث خارجيا على سطوح الجذور الفتية وتعاني عليها ثلاث إنسلاخات لتتحول إلى إناث تقوم باختراق أنسجة الجذر وصولا إلى انسجة القشرة والدائرة المحيطية حيث تكوّن 8 – 10 من الخلايا المغذية وتستقر عليها محدثة فراغا صغيرا حول مقدمتها (شكل5.2). بعد فترة من التغذي تضع الأنثى 75 – 500 بيضة في مادة جيلاتينية على سطح الجذر وتعلق عليها دقائق التربة ويصبح الجذر

داكن اللون مجعدا متحللا. عند توفر الظروف البيئية الملائمة يفقس البيض ليعطي يرقات الجيل الثاني وتكتمل دورة الحياة خلال 4 – 8 اسابيع. تجدر الإشارة إلى أن ناضح جذور الحمضيات طارد لهذه النيماتودا وهذا العامل يكون أكبر في الأصناف المقاومة مما يوحي بأنها قد تكون ضمن آلية مقاومة النبات للنيماتودا(Ferris,2007b ; Noling, 2003 ; Agrios,1997).

السيطرة على المرض (**Control**)

1 . زراعة الشتلات الخالية من النيماتودا. يمكن تخليص جذور شتلات الحمضيات من النيماتودا بغمرها بماء حار بدرجة 45 مْ لمدة 25 دقيقة.

2 . زراعة الشتلات المطعمة على اصول مقاومة للنيماتودا. اليوسفي صنف كليوباترة الناتج من تضرب *Citrus reshni* X *Poncirus trifoliata* وأحد أصناف الحمضيات الناتج من تضريب *C. volkameriana* X *P. trifoliata* تظهر مقاومة عالية ضد النيماتودا *Tylenchulus semipenetrans* طراز البحر المتوسط(Verdejo-Lucas *et al.*,2000). علما ان ظهور الطرز البيولوجية الكاسرة للمقاومة أمر حاصل مع هذه النيماتودا كما هو الحال مع المسببات المرضية الأخرى(Duncan *et al.*,1994).

3 . استخدام مبيدات النيماتودا. يبدو ان Propargyl bromide (3-bromopropyne, 3BP) يمكن ان يكون بديلا للمبيد العام Methyl bromide الفعال تجاه هذه النيماتودا وغيرها من المسببات المرضية والذي حرّم استخدامه كونه يؤثر سلبا على طبقة الأوزون(Allaire *et al.*,2005).

4 . إضافة نوع من اللهانة *Brassica hirta* بشكل سماد أخضر إلى التربة يثبط بفاعلية النيماتودا *Tylenchulus semipenetrans* و*Meloidogyne javanica* كونها تحتوي على Glucosinolate تتحلل إلى مركبات سامة للنيماتودا بشكل مشتقات Isothiocyanate(Zasada & Ferris. 2004).

الفصل السادس Chapter 6

أمراض النيماتودا الحفارة Radopholus

The Burrowing Nematode *Radopholus*

اول تسجيل للنيماتودا الحفارة *Radopholus similis* الذي كان يسمى سلالة الموز حصل في جزر فيجي على المحيط الهاديء على الموز سنة 1893.

يضم هذا النوع أيضا سلالة الحمضيات التي تتمكن من إصابة الحمضيات والموز بينما لا تتمكن سلالة الموز من إصابة الحمضيات. بعد ذلك فصلت السلالتين لتشكلا نوعين متآخيين هما *R. similis* و*R. citrophilus* على اساس ان نواتيهما تختلفان في عدد الكروموسومات (n) فالأول يحتوي على 4 والثاني على 5 كروموسومات كما انهما لا يتزاوجان. لكن فيما بعد تم إعادت تسميتهما كسلالتين وربما تكون سلالة ثالثة على قصب السكر(Ferris, 2007c).

الممرض (**Pathogen**): تضم النيماتودا الحفارة النوعين *Radopholus citrophilus* الذي كان يسمى في البداية سلالة الحمضيات والذي يسبب مرض التدهور المنتشر على الحمضيات (Spreading Decline of Citrus) و*R. similis* مسبب مرض تعفن جذور الموز(Banana Root Rot).

تسبب النيماتودا *R. citrophilus* خفضا مهما في إنتاج البرتقال يصل إلى 40 – 70 % والكريب فروت إلى 50 – 80 %. ينتشر المرض في الولايات المتحدة ودول البحر الكاريبي وغويانا في امريكا الجنوبية وأمريكا وكندا. تسبب النيماتودا *R. similis* خسائر مهمة على الموز في جميع مناطق زراعة الموز تقريبا في أستراليا وآسيا وافريقيا

وامريكا الجنوبية وتصيب المحاصيل الزراعية في البيوت المحمية في أوربا وامريكا. وتسببت النيماتودا في هلاك ملايين اشجار الفلفل الأسود (*Piper nigrum*). هذه النيماتودا ضمن قائمة المسببات المرضية الخاضعة للحجر الزراعي من قبل EPPO.

تعتبر النيماتودا الحفارة أهم النيماتودا على اشجار الفاكهة في المناطق الإستوائية حيث تصيب اكثر من 350 نوعا.

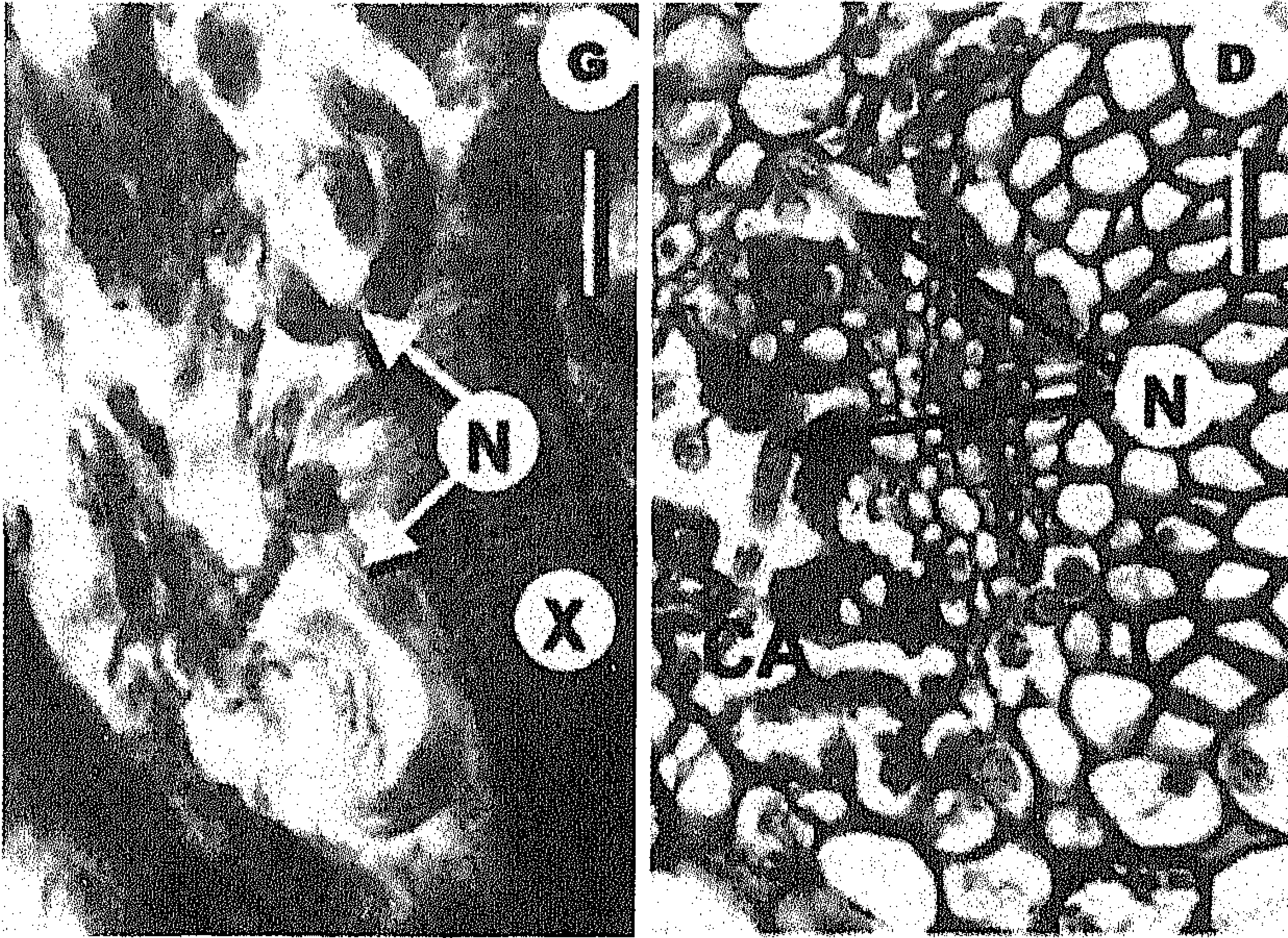
لكلا النوعين من هذه النيماتودا مدى عوئليا واسعا من نباتات ذوات الفلقة الواحدة في عائلة *Musaceae* (الموز و*Strelitzia*) وعائلة *Araceae* (نباتات الزينة *Philodendron* و*Anthurium*) وعائلة *Marantaceae* (*Calathea*) وذوت الفلقتين مثل *Piper nigrum*. وتصيب اشجار جوز الهند والأفاكودا والبن وقصب السكر والشاي والخضروات ونباتات الزينة والأدغال والحشائش بينما تصيب النيماتودا *R. similis* أكثر من 200 نوعا من النباتات. على البرتقال تسبب الإصابة بنيماتودا *R. citrophilus* ظهور الأعراض بعد سنة من بدئها(CABI & EPPO, 1990). ومع أن الإصابات تتركز على الجذور فإن هذه النيماتودا يمكن ان تصيب الريزومات والأوراق ايضا في بعض أنواع النباتات(Vovlas *et al.*,2003).

يرقات الجيل الثاني للنيماتودا *R. similis* طولها 0.3 – 0.4 ملم بينما يبلغ طول البالغات 0.52 – 0.88 ملم بمتوسط 0.67 ملم وتتشابه مع *R. citrophilus* علما انهما يختلفان في عدد الكروموسومات في النواة فالأخير يمتلك 5 بينما الأول 4. الذكور طولها 0.5 – 0.6 ملم وتكون أرفع من الإناث. أما الإناث فتكون 0.65 – 0.8 ملم طولا وقطرها 20 – 24 مكم.

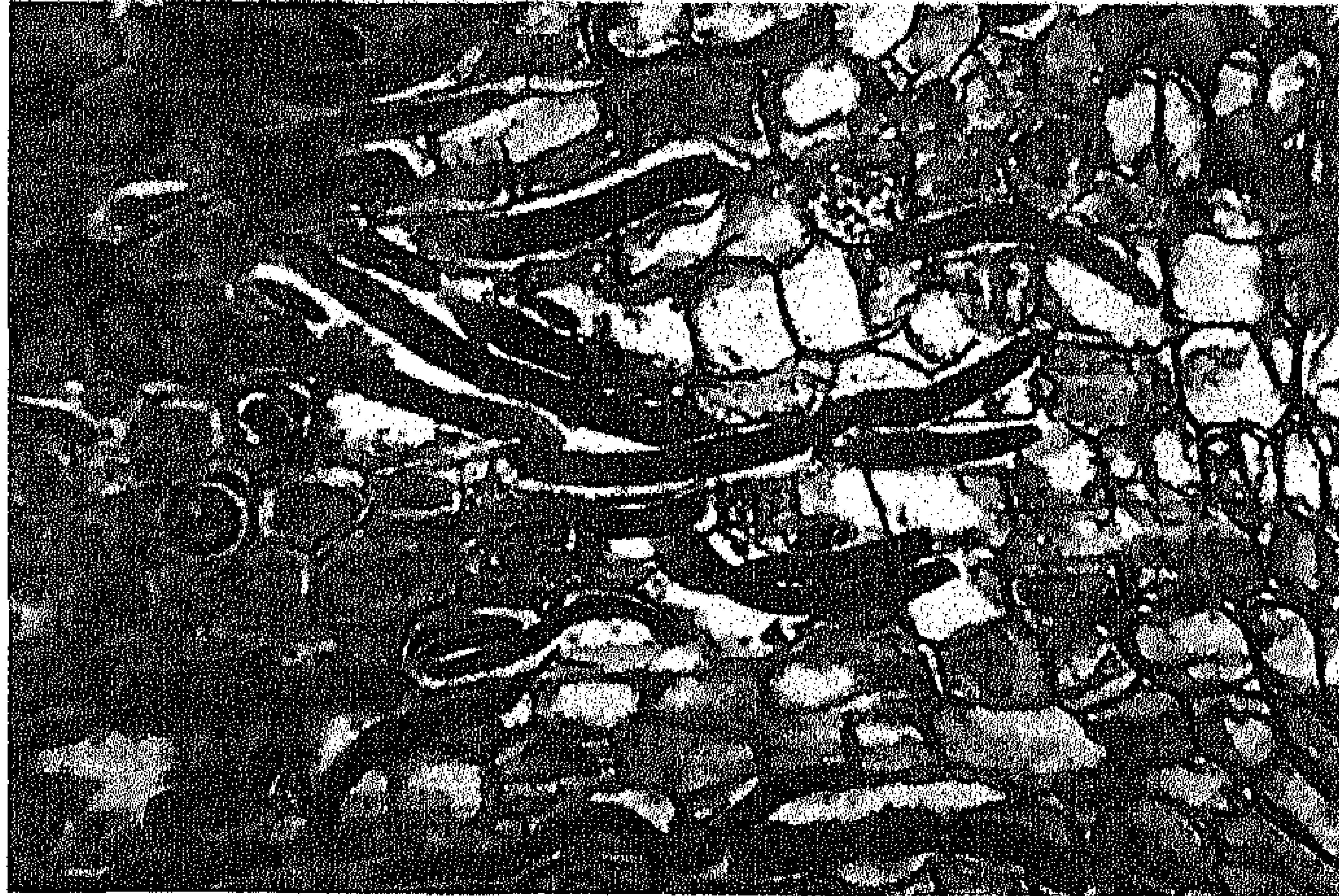
الأعراض (Symptoms)

تتمثل اعراض الإصابة بمرض التدهور المنتشر على الحمضيات بموت الأغصان وقلة وصغر الأوراق والميل إلى الذبول خصوصا اثناء النهار وضعف النمو الموسمي للشجرة.

وتظهر الشجرة المصابة إنخفاضا في عقد الثمار والإنتاج دون ان تموت في الغالب.



شكل 6.1 : مقطع عرضي في ريزوم نبات الزينة *Anthurium* المصاب بنيماتودا *R. similis* يبين وجود النيماتودا(N) التي تشير اليها السهام في التجاويف(CA) التي أحدثتها في اللحاء(يمين) وداخل وحول خلايا الخشب التالي(X) كما تظهر في المقطع الطولي(يسار) عن : (Vovlas *et al.*,2003)

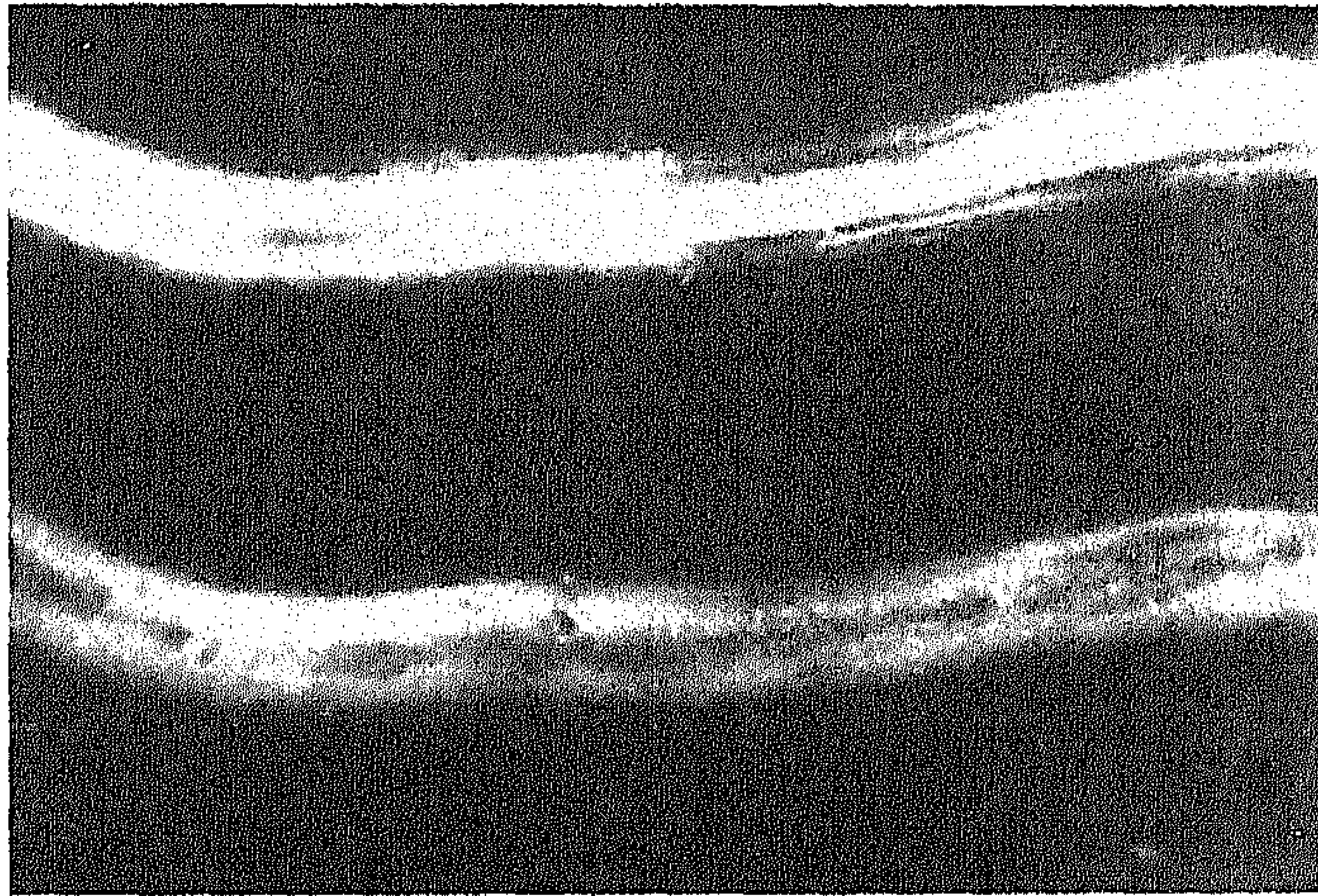


شكل 6.2 : مقطع طولي في جذر شجرة البرتقال يظهر يرقات متعددة النيماتودا *R. citrophilus* تغزو أنسجة القشرة عن : (J.H. O'Bannon (US), EPPO,2008)

http://www.eppo.org/QUARANTINE/nematodes/Radopholus_similis/RADOSI_images.htm

وتظهر اشجار الأفوكادو أعراضا مماثلة. الجذور المصابة تحتوي على الكثير من التجاويف بينما يدمر اللحاء والنسيج المرستيمي ويحل محلهما النيماتودا التي تملأ الفراغ بين بقايا الإسطوانة الوعائية ونسيج القشرة (شكل6.1 و6.2). يمكن ان يظهر الجذر المصاب تشققات خارجية فوق القروح.

النيماتودا تدمر ثلاثون بالمئة من جذور شجرة الحمضيات بعمق حوالي 75 سم واكثر من 90 % في المناطق الأعمق علما أن النيماتودا يمكن أن توجد بعمق 4 أمتار. تظهر الأوراق المصابة نقصا بمستوى البوتاسيوم والنتروجين مقارنة باوراق الأشجار السليمة. رقعة الأشجار المصابة تتوسع بإستمرار وبحدود 10 إلى 20 م سنويا. انتشار النيماتودا يتم في الغالب عن طريق تماس أو تقارب الجذور. أما على الموز فتسبب النيماتودا إختزال المجموع الجذري وضعفه لدرجة ان الشجرة يمكن ان تسقط نتيجة وزن الثمار أو الرياح. الإصابة تسبب ضعف الجذور المغذية وتاخر تطور الثمار.



شكل 6.3 : القروح في قشرة جذور الموز المتسببة عن النيماتودا *R. similis*
عن : (Ferris, 2007c)

تبدأ الأعراض على الجذور بشكل منطقة حمراء متلونة على طول محور الجذر

ثم تتوسع نتيجة تغذي يرقات النيماتودا المتزايدة. وهكذا تسوّد وتضمحل الأجزاء المتقرحة القديمة بينما تبقى المناطق الحديثة منها حمراء (شكل6.3). النيماتودا والبيوض توجد بين المناطق القديمة والطرف الحديث للقرحة. يقتصر تغذي نيمتودا *R. similis* في الموز على خلايا القشرة ومنها ينتقل إلى الريزومات. تسبب التغذية المستمرة للنيماتودا توسع وتعمق قروح الجذر والريزومات(CABI & EPPO, 1990 ; Ferris, 2007c).

تطور المرض (Development of Disease)

كلا نوعي النيماتودا الحفارة طفيلي التغذي مهاجر يقضي كل دورة حياته داخل أنسجة الجذر لكنه يمكن أن يغادرها إلى التربة . جميع الأطوار اليرقية والإناث البالغات قادرة على إحداث الإصابة حيث تخترق الجذر من اية نقطة فيه لكنها على العموم تفضل مناطق طرف الجذر. تتغذى هذه النيماتودا على خلايا القشرة وتعمل التجاويف والأنفاق وتخترق نيماتودا *R. citrophilus* خلايا الإسطوانة الوعائية حيث تستقر في اللحاء والمرستيم الوعائي بعد تدميرهما.

تنتج الإناث البيض نتيجة التلقيح من الذكور عادة لكن تكوين البيض بطريقة عذرية وارد ايضا. تضع الإناث 4 – 5 بيضات يوميا لمدة اسبوعين. تكتمل دورة حياة النيماتودا خلال 21 يوما في درجة حرارة 25 مْ. يمكن أن تتضاعف أعداد النيماتودا 10 مرات خلال 45 يوما تحت الظروف الملائمة. في التربة الملوثة بهذه النيماتودا يمكن أن تصل أعدادها إلى 3000 نيماتودا / كغم تربة اما في الجذور فيمكن ان تصل إلى 000 100 نيماتودا / 100 غم جذور.

مطاولة هذه النيماتودا بغياب العائل يمكن ان تكون بحدود 6 أشهر بينما سجل وجود *R. similis* في التربة بعد زوال الموز بخمس سنوات ربما لوجود نباتات عائلة اخرى.

تتوسع بقع الإصابة بهذه النيماتودا بمعدل 3 – 6 م سنويا في حالة الموز في أمريكا الوسطى وبمعدل 15 م على الحمضيات في فلوريدا.

هذه النيماتودا تساعد إلى إصابة الجذور بالفطريات(CABI & EPPO, 1990).

السيطرة على المرض (**Control**)

1 . إراحة التربة بتركها بورا لمدة لا تقل عن 6 أشهر ومن ثم غمرها.

2 . استخدام مبيدات النيماتودا قبل وبعد الزراعة.

3 . غمر كورمات الموز في الماء بدرجة حرارة 55 مْ لمدة 20 دقيقة وجذور شتلات الحمضيات في 50 مْ لمدة 10 دقائق.

4 . زراعة الأصول المقاومة من بعض أصناف الحمضيات.

5 . أظهرت بعض الفطريات المستنبتة غير الممرضة (*Fusarium oxysporum*) في نبات الموز تاثيرا مضادا تجاه النيماتودا الحفارة *Radopholus similis* وحشرة سوسة الموز *Cosmopolites sordidus*. في الوقت نفسه نشطت هذه الفطريات المضادة نمو النبات(Paparu *et al.*,2009).

الفصل السابع Chapter 7

أمراض نيماتودا تقرح الجذور *Pratylenchus*

Lesion Nematodes *Pratylenchus*

تحتل نيماتودا تقرح الجذور المرتبة الثالثة من حيث الأهمية الإقتصادية على نطاق لعالم بعد نيماتودا تعقد الجذور ونيماتودا الحوصلات. المدى العوائلي لهذ النيماتودا واسع جدا حيث يضم اكثر من 400 نوعا من النباتات الأقتصادية المهمة تشمل محاصيل الحبوب والبطاطا والفول السوداني والبقوليات الأخرى والبن والخضروات وأشجار الفاكهة كالحمضيات والموز ونباتات الزينة والأدغال في جميع المناطق المعتدلة والإستوائية.

عزلت هذه النيماتودا أول مرة سنة 1880 من قبل de Man في تربة المروج ووصفت بإسم *Tylenchus pratensis* ثم عزلت أنواع أخرى لتضمن في الجنس *Pratylenchus* من قبل Filipjev سنة 1936(Ferris,2006d). في الوقت الحاضر يضم الجنس *Pratylenchus* أكثر من 70 نوعا بضمنها النوع النموذجي للجنس *P. pratensis*.

هذه النيماتودا عالمية الانتشار معظمها يعيش في الترب الدافئة.

في البلدان العربية تم تسجيل 18 نوعا أكثرها انتشارا وخطورة *P. sudanensis*. ثمة أنواع ذات مدى عوائلي واسع تشمل *P. coffeae* و*P. branchyurus* و*P. vulnus* و*P. zeae* و*P. scribneri* و*P. penetrans*. وهناك أنواع ذات مدى عوائلي ضيق تشمل *P. goodeyi* و*P. loosi* و*P. thornei*. الأنواع التي توجد فيها الذكور وبالتالي تتكاثر جنسيا هي *P. vulnus* و*P. loosi* و*P. penetrans* و*P. goodeyi* و*P. coffeae*. الأنواع التي تفتقد للذكور أو يندر وجوده فيها ولا تتكاثر جنسيا تشمل *P. scribneri* و *P.*

branchyurus و*P. zeae* و*P. thornei*. في العراق تم تسجيل النوع *P. zeae* على قصب السكر(عثمان وآخرون،2010).

الممرض (**Pathogen**): *Pratylenchus* تحت عائلة *Pratylenchinae* ، عائلة *Pratylenchidae*، رتبة *Tylenchida*.

من الأنواع المهمة لنيماتودا تقرح الجذور *P. brachyurus* و *P. coffeae* و *P. penetrans* و*P. scribneri* و*P. vulnus* و*P. zeae* و*P. mediterraneus* و*P. zeae*.

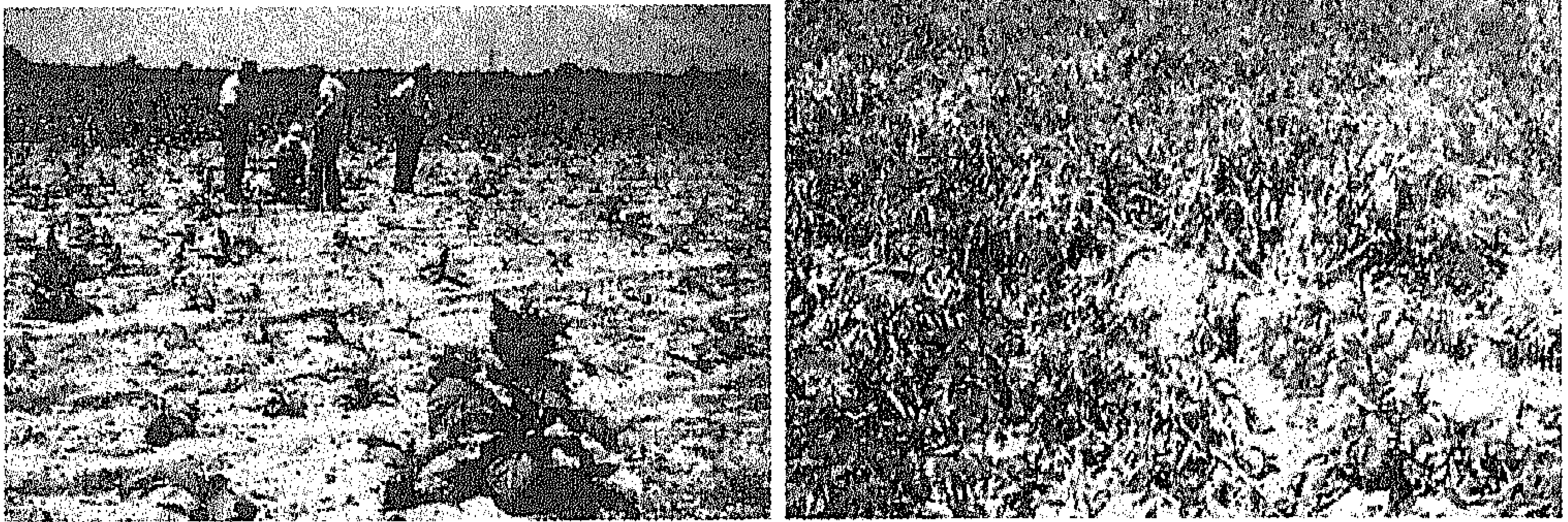
هذه النيماتودا بجميع اطوارها اليرقية والبالغة دودية الشكل داخلية التطفل متنقلة حيث تتغذي وتتنقل داخل الجذر.

بالغات نيماتودا تقرح الجذور طولها 0.4 إلى 0.5– 0.7 ملم وقطرها 20 – 25 مكم لكن الذكور تكون أصغر قليلا من الإناث وتتميز بوجود اشواك التزاوج. الإناث تنتج البيض داخل خلايا القشرة من خلال التزاوج أو بشكل عذري(Davis & MacGuidwin, 2000).

الأعراض (**Symptoms**)

كما في معظم الأمراض النيماتودية نادرا ما تلاحظ أعراض الإصابة في وقت مبكر كونها تحصل في الجذور وتكون بطيئة التطور مقارنة بمعظم الأمراض الفطرية أو البكتيرية أو الفايروسية كما أنها غير مميزة عن الأعراض التي تتسبب عن عوامل الإجهاد في التربة أو الأمراض الأخرى. لكن مع التعدادات الكبيرة للنيماتودا فإن النباتات الحديثة المصابة يمكن أن تظهر أعراض التقزم ونقص العناصر كالإصفرار والذبول ومن ثم الموت التراجعي. الاعراض المميزة للمرض والتي سميت النيماتودا باسمها هي تكوّن القروح النخرية على الجذور المصابة. القروح تظهر بشكل بقع مائية سرعان ما تتحول إلى مناطق متاثرة أو ميتة من الجذر تشمل القشرة ويكون لونها بني محمر إلى أسود تتوسع مع زيادة نشاط وأعداد النيماتودا لتشمل مناطق كبيرة يمكن أن تطوق الجذر وتنسلخ المناطق اتي تقع بعدها بحيث يسهل قلع النبات من التربة.

الإصابات الشديدة بنيماتودا تقرح الجذور تؤدي إلى تقزم ونخر المجموع الجذري. هذ المرض يمكن أن يترافق بمهاجمة المسببات المرضية الأخرى التي يشكل بعضها معقدات مرضية تآزرية تفاقم الأعراض والخسائر.



شكل 7.1 : حقل بطاطا مصاب بمرض الموت المبكر على البطاطا(يمين) ونيماتودا تقرح الجذور على التبغ(يسار)
عن : (Davis & MacGuidwin, 2000)

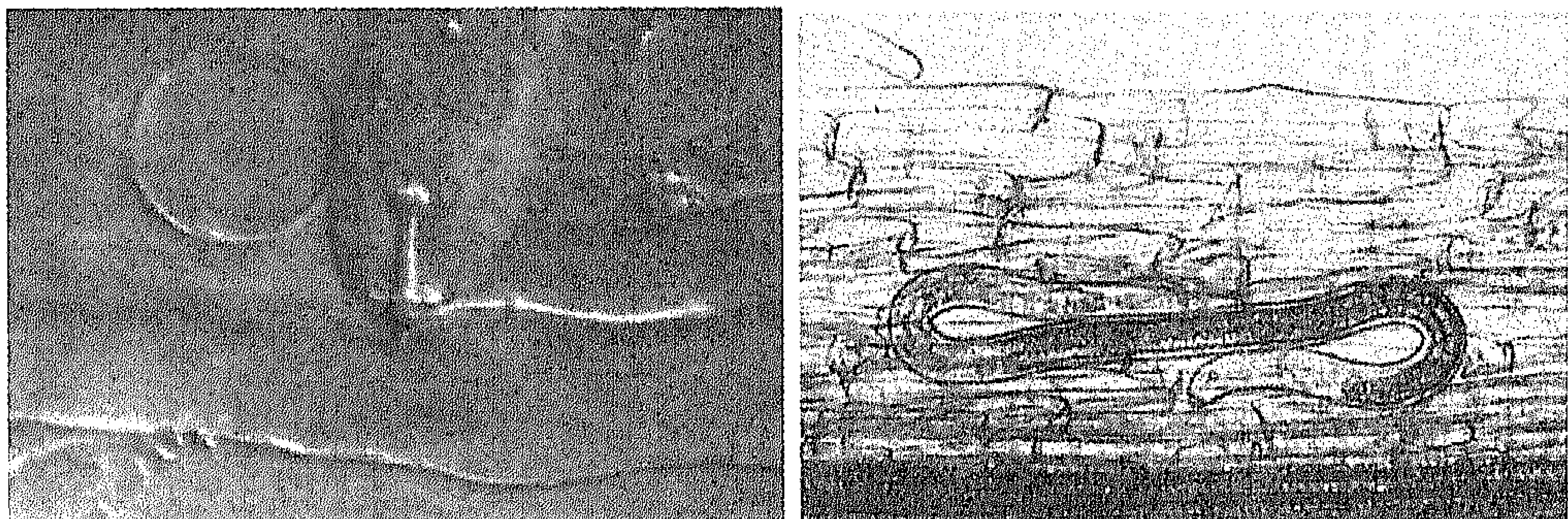
على نباتات البطاطا يمكن ان يحصل معقد مرضي يشمل النيماتودا *P. penetrans* وفطر الذبول *Verticillium* يسمى متلازمة الموت المبكر على البطاطا(شكل7.1). تسبب هذه الحالة خسائر مهمة يمكن أن تكون محددة لإنتاج البطاطا. وتسبب نيماتودا تقرح الجذور على درنات البطاطا قروحا تكسبها منظرا جربيا وثآليل يكون لونها ارجوانيا أثناء الخزن.

على فول الصويا تصيب النيماتودا *P. brachyurus* إضافة إلى الجذر القرون والسيقان الأرضية حيث تعمل أنفاق بنية صغيرة في قشرة القرون تمتد لتشكل قروح بنية إرجوانية ذات حواف محددة. هذه القروح يمكن أن تتطور مع إشتراك مسببات مرضية أخرى. وهكذا يمكن ان تترافق الإصابة بنيماتودا *P. brachyurus* والفطر

Rhizoctonia solani على فول الصويا في مفاقمة الأضرار. ويمكن ان تشترك هذه النيماتودا مع البكتريا *Pseudomonas solanocearum* مسببة أمراض الذبول على الطماطة وفطريات تقزم القطن مسببة أمراضا خطيرة على هذين المحصولين (عثمان وآخرون،2010).

تطور المرض (Development of Disease)

تتلوث التربة بنيماتودا تقرح الجذور كما في اغلب النيماتودا عن طريق الشتلات أو الدرنات الملوثة وبواسطة المعدات الزراعية وعمليات جرف التربة الخ. كما يمكن ان تنتقل هذه النيماتودا بين الأشجار المتجاورة بواسطة عمليات التطعيم الطبيعية بين الجذور. ينما لا تتمكن هذه النيماتودا وغيرها من الحركة في التربة لأكثر من 1 – 2 م(Davis & MacGuidwin, 2000).

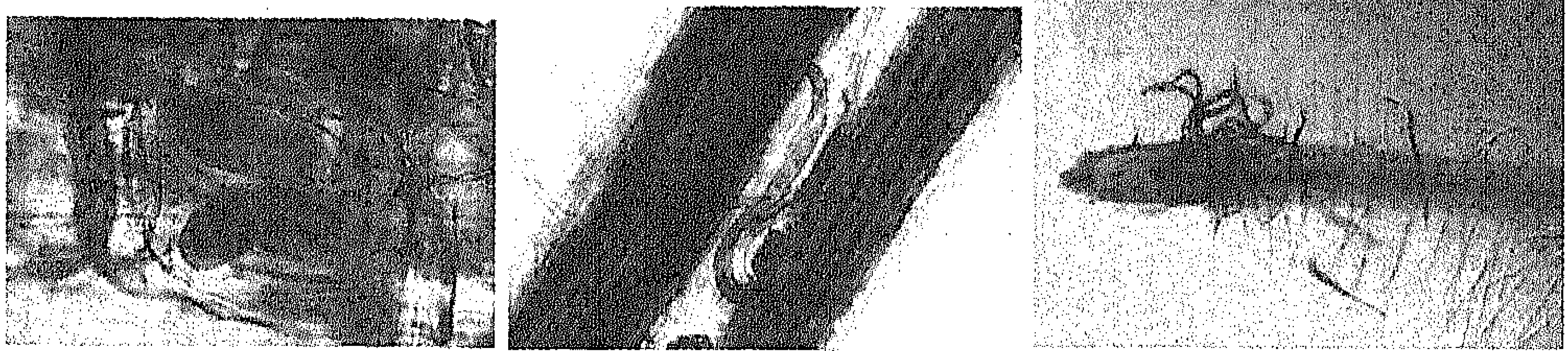


شكل 7.2 : نيماتودا تفرح الجذور تتغذى داخل الجذر(يمين) واختراق رمح النيماتودا داخل خلية النبات للتغذي(يسار)

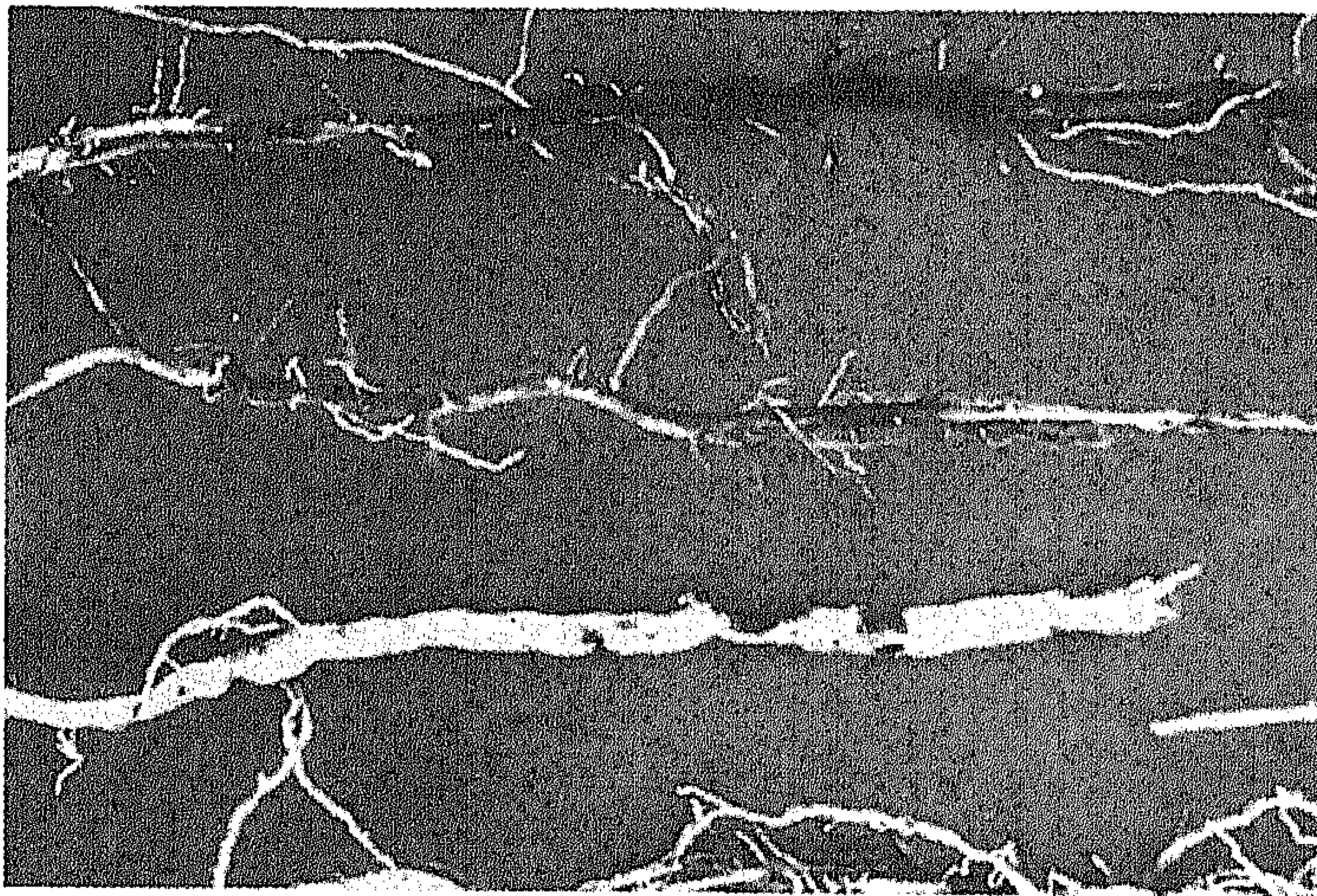
عن : (Davis & MacGuidwin, 2000)

تفقس البيوض عن الجيل اليرقي الثاني الذي يتمكن هو وجميع الأطوار اليرقية الأخرى والبالغات من إصابة الجذر أو الدرنات والريزومات وأحيانا حتى الأجزاء الهوائية. يمكن لهذه النيماتودا اختراق الجذر من جميع مناطقه لكنها تفضل المنطقة

التي هي قرب الشعيرات الجذرية (شكل7.2 و7.3).



شكل 7.3 : نيماتودا *Pratylenchus* تتجمع على طرف الجذر بغية اختراقه(يمين) وأطوار مختتقة للنيماتودا خارج الجذر تحت الظروف المعقمة(وسط) وبيوض النيماتودا مصبوغة باللون الأحمر (Acid fuchsin) داخل الجذر
عن : (Davis & MacGuidwin, 2000)

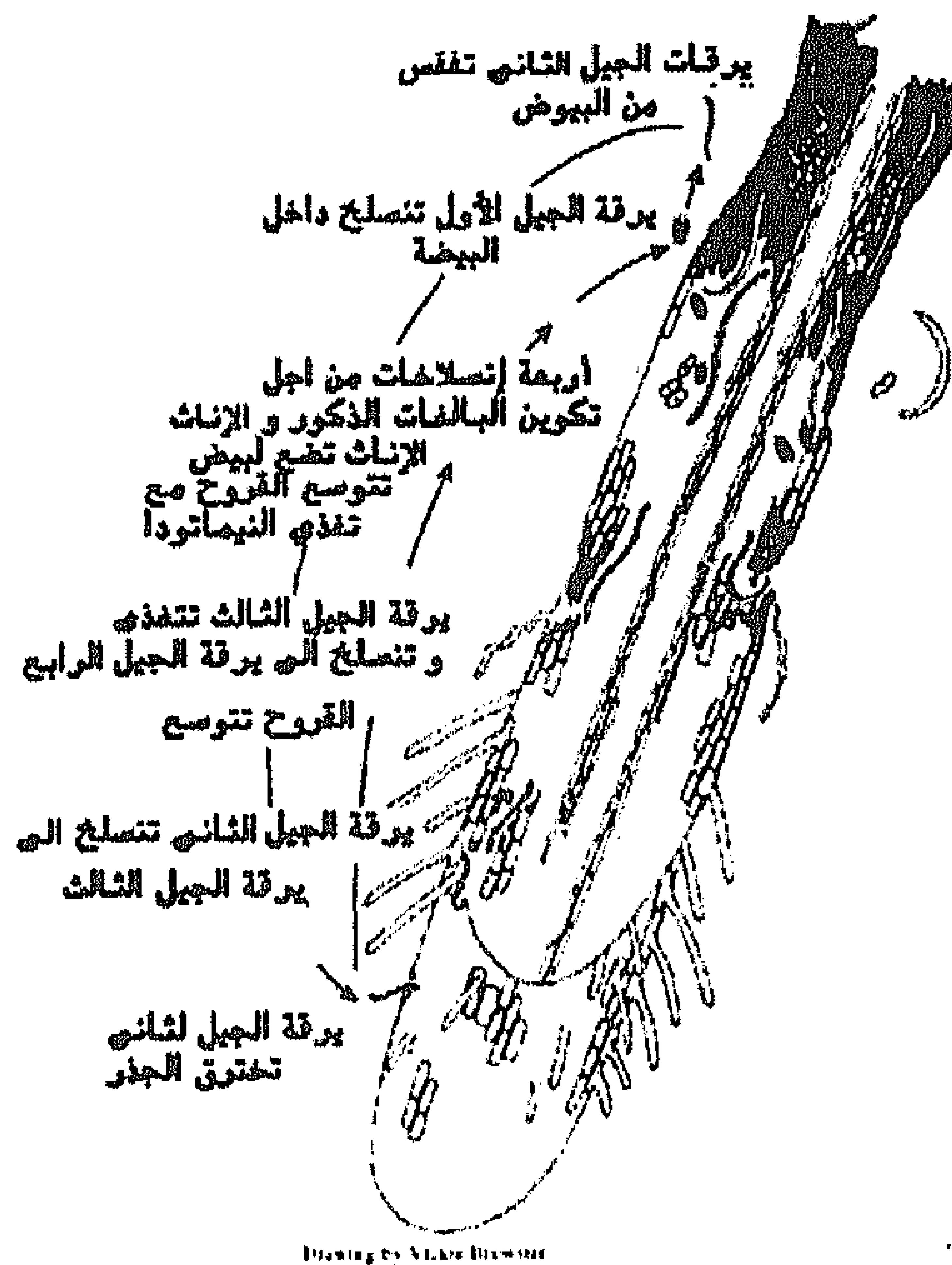


شكل 7.4 : قروح كبيرة على جذور الذرة المصابة بنيماتودا تقرح الجذور
عن : (Davis & MacGuidwin, 2000)

تخترق خلايا البشرة خلويا أي عبر الخلايا أو ما بين الخلايا بينما تنتقل خلال

نسيج القشرة خلويا. تغذية هذه النيماتودا لا أحيائية أو نخرية حيث تسبب موتها وتنتقل إلى خلايا جديدة. هذه الصفة تميزها عن بقية النيماتودا الداخلية التطفل التي تحدث مجموعة من الخلايا المغذية الدائمية. إن طريقة التغذي هذه تحدث قروح وموت الخلايا في النسيج المصاب وانفاق داخل الجذر (شكل7.4).

تقيم يرقات وبالغات النيماتودا في القروح ما يشبه الأعشاش ويمكن أن تنمو في الخلية الواحدة أكثر من نيماتودا. تكمل نيماتودا تقرح الجذور دورة حياتها داخل الجذر أو تخرج إلى التربة وتعاود إصبة جذور جديدة. إن الإضرار بأنسجة الجذر هكذا هو الأساس في ظهور اعراض المرض. كما أن نشاط النيماتودا هذا يوفر الكثير من الجروح في الجذور مما يشجع الفطريات خصوصا من انواع *Fusarium* و*Verticillium* على تحقيق معقدات مرضية مع النيماتودا مما يفاقم الحالة المرضية. فالمعقد المرضي المتسبب عن نيماتودا تقرح الجذور *P. penetrans* والفطر *V. dahliae* يسبب مرض الموت المبكر للبطاطا (Davis & MacGuidwin, 2000).



شكل 7.5 : دورة حياة نيماتودا تقرح الجذور

عن : (Davis & MacGuidwin, 2000)

تتكـاثر هـذه النيمـاتودا داخـل الجـذر لتصـل إلـى آهـلات تبلـغ 1000 – 3000 نيماتودا / غم جذور. يمكن ان تشتي هذه النيماتودا داخل الجذر باي من اطوارها لكن الطـور الأكثر ملائمـة للبقـاء هـو الجيـل اليرقـي الرابـع. تحـت الظـرو الملائمـة تكمـل النيمـاتودا دورة حياتهـا خـلال 4 – 8 أسـابيع (شكل7.5)(Davis & MacGuidwin, 2000). إن طول دورة الحياة يتاثر بنوع النيمـاتودا والعائل ودرجة حرارة التربة. يمكـن لهــذه النيمــاتودا أن تكــرر دورة حياتهــا عــدة مــرات خــلال موســم النمو(عثمــان وآخرون،2010).

السيطرة على المرض (Control)

1 . زراعة التقاوي الخالية من النيماتودا.

2 . تدخين التربة بمبيدات النيماتودا قبل الزراعة. أظهر المبيد ألديكارب فاعلية عالية ضد النيمـاتودا *P. brachyurus* على القطن كما أن استخدامه سوية مع المبيـد الفطـري فيتافـاكس ادى إلـى مكافحـة فعالـة للنيمـاتودا والفطـر *R. solani* علـى هـذا المحصول. وعلى القمح أظهرت المبيدات الـديكارب وكـاربوفيوران فيتاميفوس فاعلية جيدة ضد النيماتودا *P. thornei* على القمح(عثمان وآخرون،2010).

3 . إزالـة الأدغـال كونهـا يمكــن ان تكــون مصــدرا للنيمــاتودا(Davis & MacGuidwin, 2000).

الفصل الثامن Chapter 8

النيماتودا الخارجية التطفل على الجذور

Ecto-parasitic Nematodes on Roots

هذه المجموعة من النيماتودا خارجية التطفل على الجذور حيث انها لا تخترق الجذر بل تتمكن من التغذي عليه من خلال رمحها الطويل على الخلايا في أطراف الجذور. هذه الأنواع من النيماتودا تكون مهاجرة تتمكن من الإنتقال ما بين الجذور وتضع بيضها في التربة وعليه فهي تعزل من التربة. هذه النيماتودا تكون دودية الشكل. النيماتودا الخارجية التطفل على الجذور تضم الأجناس *Hoplolaimus* (النيماتودا الرمحية) و*Tylenchorhynchus* (نيماتودا التقزم) و*Helicotylenchus* و *Rotylenchus* (النيماتودا الحلزونية) و*Trichodorus* و*Paratrichodorus* (نيماتودا تقصف الجذور) و*Xiphinema* (النيماتودا الخنجرية) و*Longidorus* و*Paralongidorus* (النيماتودا الأبرية) و*Criconimella* و*Criconimoides* (النيماتودا الحلقية) و*Belonolaminus* (النيماتودا الواخزة)(إسماعيل وآخرون،2010).

النيماتودا الرمحية *Hoplolaimus*

Lance Nematode *Hoplolaimus*

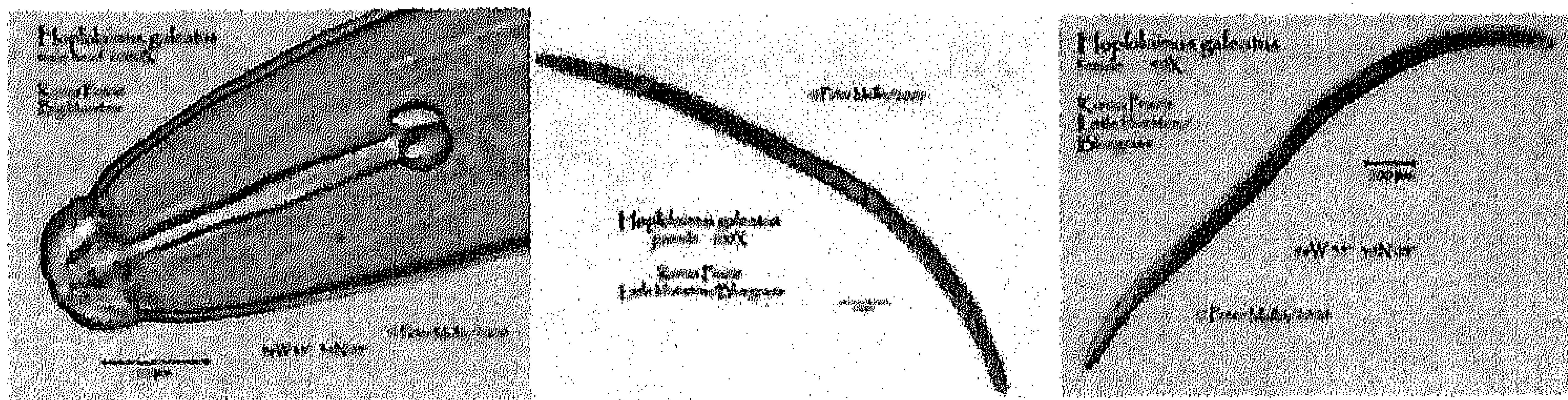
النيماتودا *Hoplolaimus* من النوع الخارجي / الداخلي المهاجر. النيماتودا عالمية الانتشار. في مصر تشكل نيماتودا *Hoplolaimus aegypti* من أهم النيماتودا

المحددة لمحصول الذرة كما توجد على محاصيل أخرى كالموز. في الأردن وجد النوعين *H. Columbus* على الحمضيات والموز والنوع *H. seinhorsti* على الطماطة. في ليبيا وجدت النيماتودا *H. indicus* على الحمضيات. وفي السعودية وجدت النيماتودا *Hoplolaimus* spp. على العنب والحمضيات(إسماعيل وآخرون،2010).

للنيماتودا الرمحية مدى عوائلي واسع يشمل أشجار الصنوبر والبلوط والجميز والتفاح والموز ومحاصيل القطن والذرة والقمح والفاصوليا والبزاليا وفستق الحقل والبطاطا الحلوة واللهانة ونباتات الزينة كالأقحوان ونباتات الثيل والنباتات العلفية كالنفل والجت.

المرض (Pathogen): *Hoplolaimus*، تحت العائلة *Hoploaiminae*، عائلة *Hoploaimidae*، تحت رتبة *Tylenchina*، رتبة *Rhabditida*، طائفة *Chromadorea*.

على العموم تكون كبيرة طولها 1 إلى 1.5 - 2 ملم، الجسم إسطواني دودي الشكل مستقيم. منطقة الشفاه تكون متميزة عن الجسم، عريضة، مسطحة من الأمام مع حلقات واضحة وخطوط طولية. الرمح قوي وله عقد تشبه أبصال الزنبق.. الإناث تمتلك فرعين جنسيين متساويين ممتدين إلى الخارج، الذيل قصير مدور وللذكر تجنحات تحيط بالذيل(شكل8.1).



شكل 8.1 : أنثى النيماتودا ***Hoplalaimus galeatus***(يمين) والنيماتودا اليافعة(وسط) ورأس الذكر(يسار)

عن : (Konza Prairia,2011)

عرض (Handoo & Golden,1992) 23 نوعا تابعا لجنس *Hoplalaimus* مع

وصف ومفتاح تشخيصي لها. من أنواع النيماتودا الرمحية *Hoplalaimus galeatus* (الثيل)، *H. columbus* (القطن)، *H. indicus*، *H. magnistylus*، *H. pararobustus* (الموز)، *H. seinhorsti* و *H.uniformis*(Bridge,2000).

النيماتودا *galeatus H.* تصيب الثيل بالدرجة الأولى من أنواع St. Augustinegrass وBermudagrass في الحدائق وملاعب الغولف وغيرها.

الأعراض (Symptoms)

تظهر الأعراض بشكل بقع مصفرة ميتة أو ضعيفة النمو مشابهة لتلك المتسببة عن تفشي بعض الحشرات والأمراض الفطرية. فحص جذور النباتات المصابة يظهر ضررا عاما للمجموع الجذري مع غياب الجذور الصغيرة المغذية وموت أطراف الجذور.

النيماتودا تتغذى داخليا من خلال إدخال رأسها أو جسمها بالكامل في انسجة الجذر. التغذي على الجذر يحدث تخريب نسيجي ويستنزف الموارد الغذائية ويؤدي إلى إنسلاخ أنسجة القشرة. إحداث النيماتودا الرمحية للجروح في أنسجة الجذر يوفر مداخل سهلة للبكتريا والفطريات الممرضة الثانوية. الأعراض تكون بشكل تقزم وذبول مؤقت وظهور تقرحات بنية على الجذور المصابة(إسماعيل وآخرون،2010).

بين (Davis & Noe,2000) أن تقدير كثافة النيماتودا *H. columbus* في تربة حقل القطن كافية كمؤشر لمستوى تفشي النيماتودا ما يغني عن تقدير كثافتها في الجذور أيضا.

دورة حياة النيماتودا تبدأ بوضع البيض بشكل فردي بحدود 20 – 50 بيضة والذي ينتج عذريا بسبب ندرة الذكور. طول دور الحياة 45 – 49 يوما في الظروف المناسبة.

السيطرة على المرض (Control)

المكافحة الكيميائية قد تكون غير كفوءة لكن لعناية الصحية العامة وقص الثيل

على إرتفاع أكثر ربما يوفر قدرة على تعويض الموارد الغذائية المستنزفة من قبل النيماتودا(Crow & Brammer,2009b).

من طرق المكافحة الفعالة الدورة الزراعية واستخدام الأصناف المقاومة والمكافحة الكيميائية(إسماعيل وآخرون،2010).

النيماتودا الواخزة *Belonolaimus*

Sting Nematode *Belonolaimus*

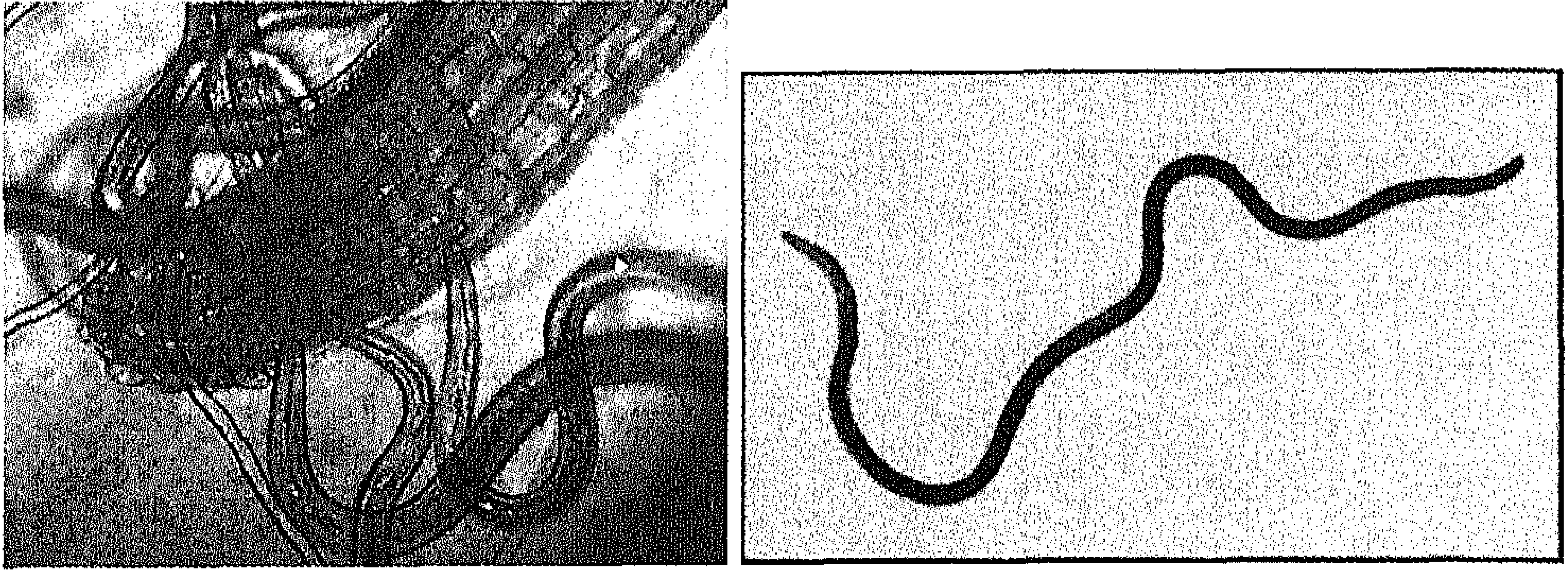
تعتبر من النيماتودا الممرضة والمدمرة للنبات. تزدهر هذه النيماتودا في الترب الرملية الخفيفة خصوصا في المناطق الساحلية في أمريكا الشمالية والوسطى واستراليا. في الدول العربية توجد النيماتودا الواخزة *Belonolaimus longicaudatus* في السعودية فقط لملائمة الظروف البيئية(إسماعيل وآخرون،2010).

لهذه النيماتودا مدى عوائلي واسع يشمل قصب السكر والحشائش والمحاصيل العلفية والخضروات والقطن وفستق الحقل وفول الصويا والأشجار كالحمضيات والأعناب. تعتمد الخسائر في المحاصيل على كثافة النيماتودا في التربة والتي يمكن أن تقضي تماما على المحصول في الكثافات العالية.

الممرض (**Pathogen**): *Belonolaimus longicaudatus*، جنس *Belonolaimus*، تحت عائلة *Belonolaiminae* ، عائلة *Belonolaimidae* ، رتبة *Tylenchida*.

هذه النيماتودا من بين أطول انواع النيماتودا حيث تكون بطول 2 – 3 ملم. النيماتودا خارجية التطفل تهاجم أطراف الجذور وتتغذى على سايتوبلازم الخلايا التي تطعنها بالرمح وتفرز فيها إنزيمات محللة (شكل8.2). هذه النيماتودا تتكاثر إثر التزاوج

حيث تكون الإناث البيض في أزواج تطرحه إلى التربة ويفقس بعد حوالي 5 أيام. تخرج يرقات الطور الثاني لتصيب جذور العائل من أجل البقاء والنمو. تمر هذه اليرقة بثلاث إنسلاخات لتصبح بالغة. تستغرق دورة حياة النيماتودا القصيرة 18 إلى 24 يوما.

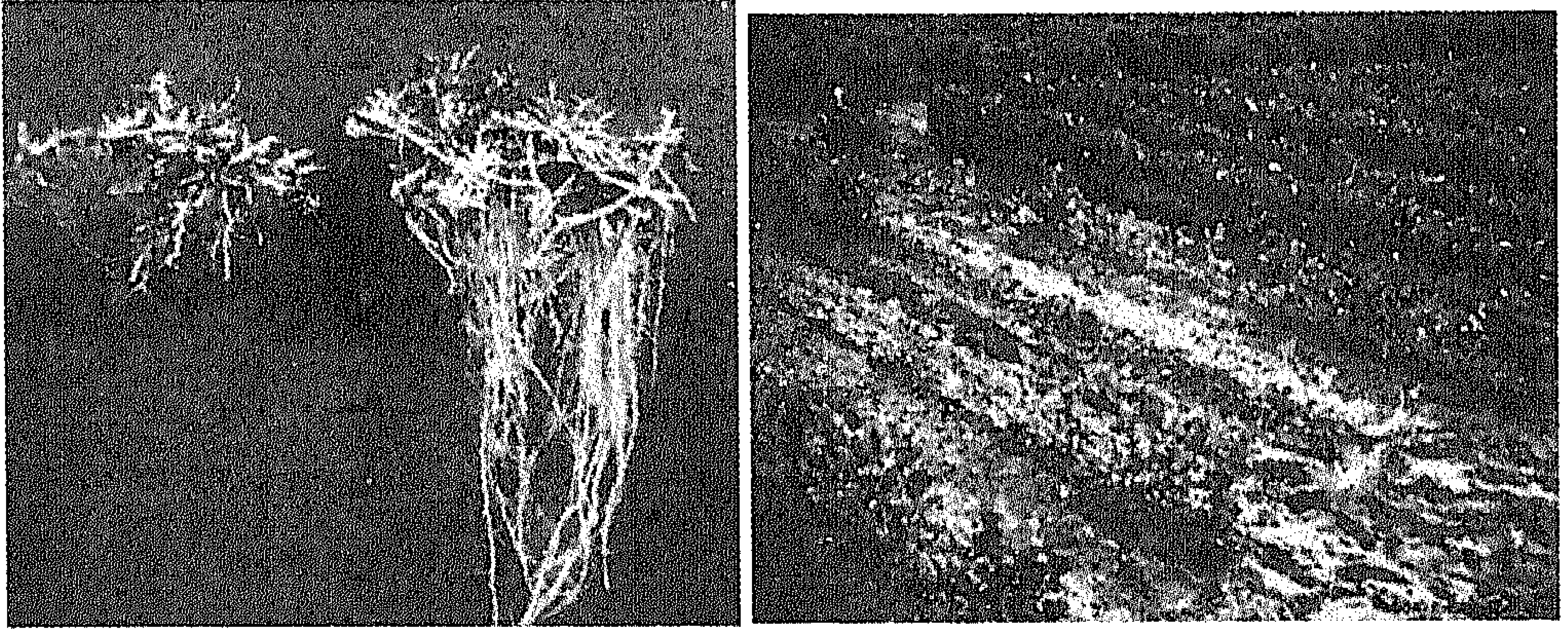


شكل 8.2 : النيماتودا *Belonolaimus*(يمين) وعدد منها تتغذى خارجيا على طرف الجذر(يسار)

عن : (Crow & Brammer,2001) و(J. O. Becker,2009
(http://cisr.ucr.edu/sting_nematode.html

الأعراض (Symptoms)

النباتات الحديثة المصابة بهذه النيماتودا تكون ضعيفة النمو قبل أن يتوقف نموها تماما. وفي الكثافات الآهلية العالية للنيماتودا تموت النباتات. النباتات البالغة تظهر جذور متغلظة ذات قروح داكنة غائرة خصوصا في أطرافها. مثل هذه النباتات تظهر اعراض نقص العناصر الغذائية وتبقى متقزمة ويمكن أن تعاني من الذبول وتكون حساسة لإجهاد الجفاف وغيره من الإجهادات البيئية. الأعراض الحقلية تكون بشكل بقع متوسعة من نباتات متقزمة، متلونة وميتة(Agrios,2005 ; Crow *et al.*,2005) (شكل 8.3).



شكل 8.3 : أعراض أضرارالنيماتودا الواخزة *Belonolaimus longicaudatus* في حقل فول الصويا(يمين) وعلى جذور نبات الثيل(يسار)
عن : (Crow & Brammer,2001)

بينت تجارب عزل وتقدير كثافة النيماتودا أن كثافة النيماتودا الواخزة في الحقل المزروع بنبات حساس وعند عمق 15 إلى 20 سم تصل قمتها بعد 30 إلى 45 يوما من الزراعة. بعد ذلك تبدأ كثافة النيماتودا بالإنحدار تدريجيا إلى مستوى لا يمكن تحسسه عند الحصاد. بناء على ذلك فإن أفضل موعد لتقدير كثافة هذه النيماتودا هو بداية ملاحظة الأعراض على البادرات في الحقل. إن العثور على النيماتودا في الحقل، خاصة في حالة الذرة، هو مؤشر للخطر بغض النظر عن تركيز النيماتودا(Jardine & Todd,1990).

السيطرة على المرض (Control)

1 . الدورة الزراعية يمكن ان تكون فعالة خصوصا في حالة سيادة سلالات خصوصية العائل حيث تتدهور تعداداتها بغيابه. فول الصويا وإن كانت حساسة للإصابة إلا أنها تتعرض إلى خسائر أقل في الإنتاج مقارنة بالذرة. كما أن فول الصويا والجت لا تشجع زيادة تعدادات النيماتودا الواخزة. من بين النباتات غير المشجعة لهذه

النيماتودا الفلفل والباميا والجت والتبغ.

2 . استخدام المبيدات الكيميائية قبل أو اثناء الزراعة يمكن أن يكون فعالا مع محاصيل مثل الشليك(Crow & Brammer,2009a ; Jardine & Todd,1990).

النيماتودا الخنجرية *Xiphinema*

Dagger Nematode *Xiphinema*

النيماتودا الخنجرية *Xiphinema* التابعة إلى Longidoridae تعتبر من المسببات المرضية المهمة على النبات(Gozel *et al*.,2006). هذه النيماتودا تصيب طيف واسع من النباتات بدءا من الشليك إلى محاصيل الأعلاف إلى أشجار الغابات خصوصا في الولايات المتحدة لكنها ضعيفة الأهمية في أوربا ومنطقة المتوسط. النوع *X. pachtaicum* مسجل في قبرص وإيران. في مصر تعتبر النيماتودا الخنجرية من العوامل المحددة لإنتاج الذرة حيث توجد الأنواع *X. elongatum* و *X. diversicaudatum* و *X. arenarium* و *X. americanum* و *X. index* و *X. incognitum* و *X. imitator* و *X. hygrophilum* و *X. ensiculiferum* و *X. semillimum* و *X. santos* و *X. lamberti* و *X. ismailiensis*. في السودان وجدت النيماتودا الخنجرية *X. semillimum* و *X. basri* منتشرة في منطقة الجزيرة. في تونس وجدت النيماتودا الخنجرية *X. pachtaicum* وفي ليبيا *X. taliae* على الحمضيات والزيتون واللوزيات. . في سوريا وجدت النيماتودا الخنجرية نوع *X. index* على التين و *X. taliae* و *X. pachtaicum* على عدة نباتات إقتصادية ووجدت النيماتودا الخنجرية في لبنان ايضا. في محافظة ظفار في سلطنة عمان تم تسجيل النيماتودا الخنجرية *X. guirani*. في المملكة العربية السعودية وجدت النيماتودا الخنجرية *X. americanum* على اللوز وبعض المحاصبل الحقلية و *X. index* على التين والنخيل والرمان. في الأردن وجدت عدة أنواع من النيماتودا الخنجرية هي *X. index* و X. ingens و *X. pachtaicum* و *X. semillimum* و *X.*

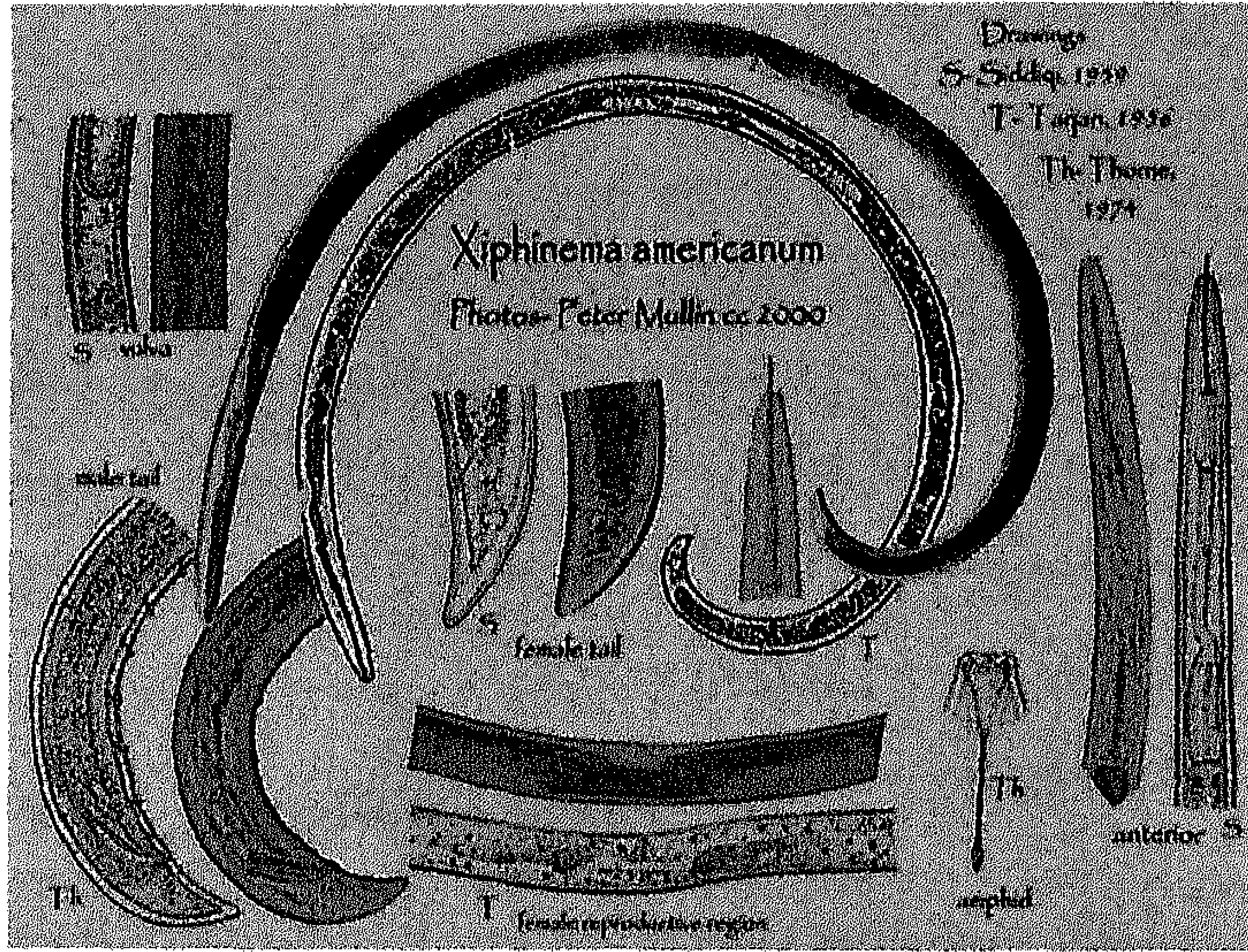
vuittenezi على عدة محاصيل خضر وحقلية ونباتات زينة. في العراق وجدت النيماتودا الخنجرية *X. index* على العنب(إسماعيل وآخرون،2010).

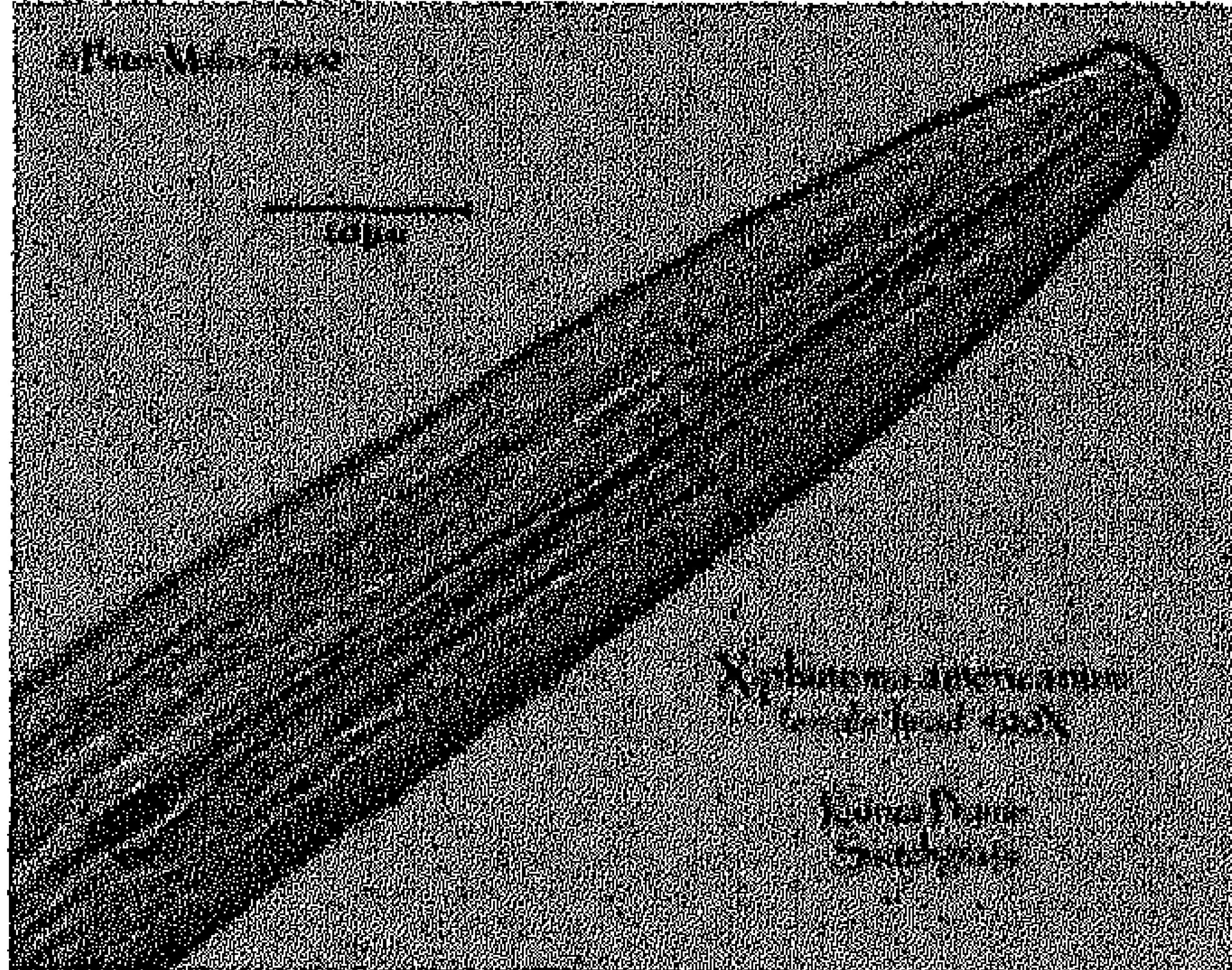
إن أهمية هذه النيماتودا تتعاظم في كونها ناقل حيوي لفايروسات مجموعة *Nepovirus* على عدد من المحاصيل المهمة حيث تنقل فايروس التبقع الحلقي على الطماطة والتبغ والفايروس المجلجل على التبغ وفايروس بثور أوراق الكرز بواسطة الأنواع *X. americanum sensu stricto* و*X. bricolense* و*X. californicum* و *X. rivesi* وفايروس موزائيك التورد على الخوخ بواسطة *X. americanum sensu strict*(CABI & EPPO,1997 ; Martin *et al.*,2009). وتنقل هذه النيماتودا فايروس الورقة المروحية على العنب(إسماعيل وآخرون،2010).

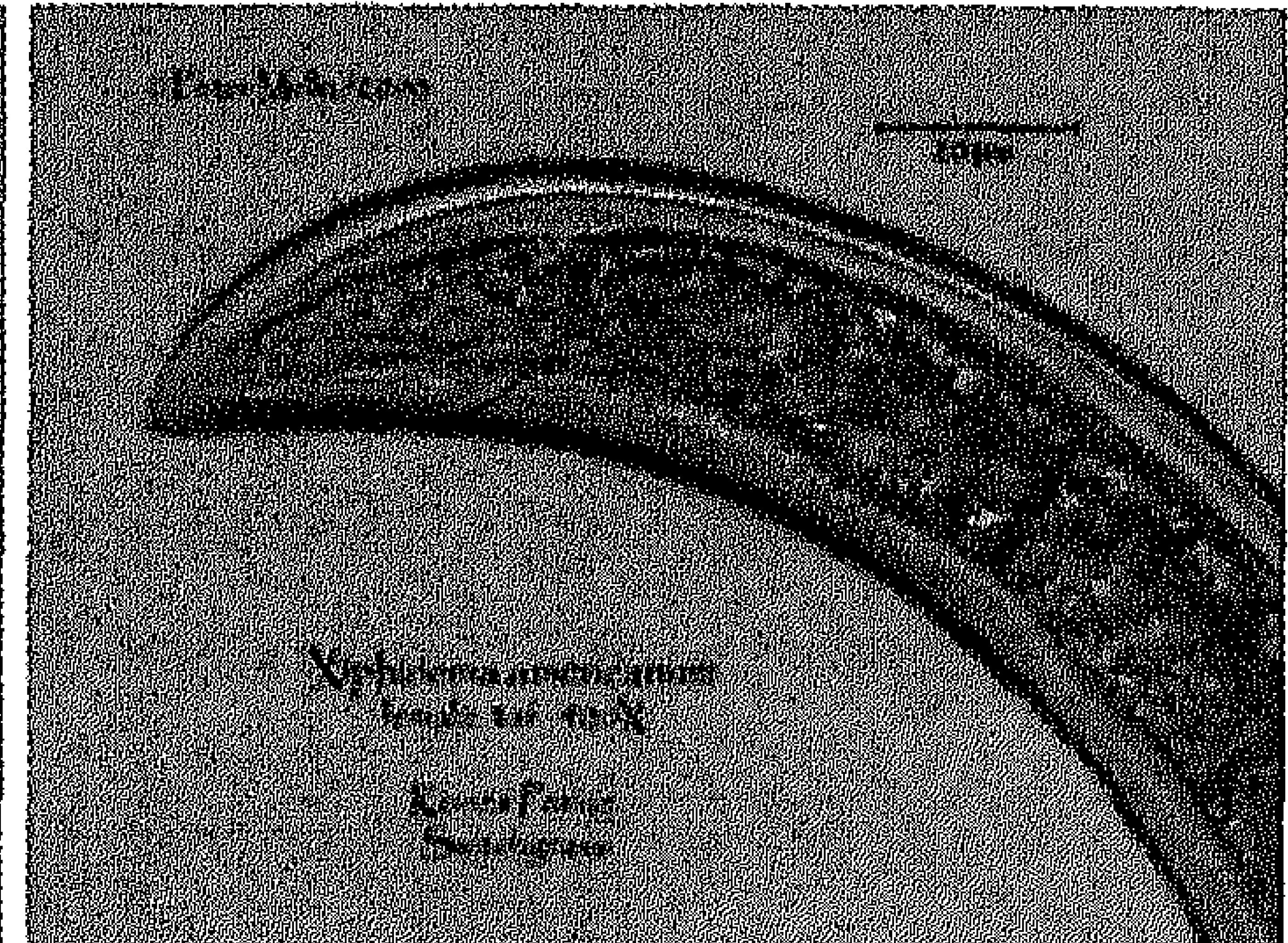
المرض (Pathogen) : يضم جنس *Xiphinema* معقد النوع *X. americanum*. وحسب (Gozel *et al.*,2006) يتألف معقد النوع هذا من 26 نوعا : مجموعة *X. georgianum* (8 آهلات أو أنواع) و*X. citricolum* (6 آهلات) و*X. floridae* (6 آهلات) و*X. laevistriatum* (5 آهلات) و*X. tarjanense* (آهلة واحدة).

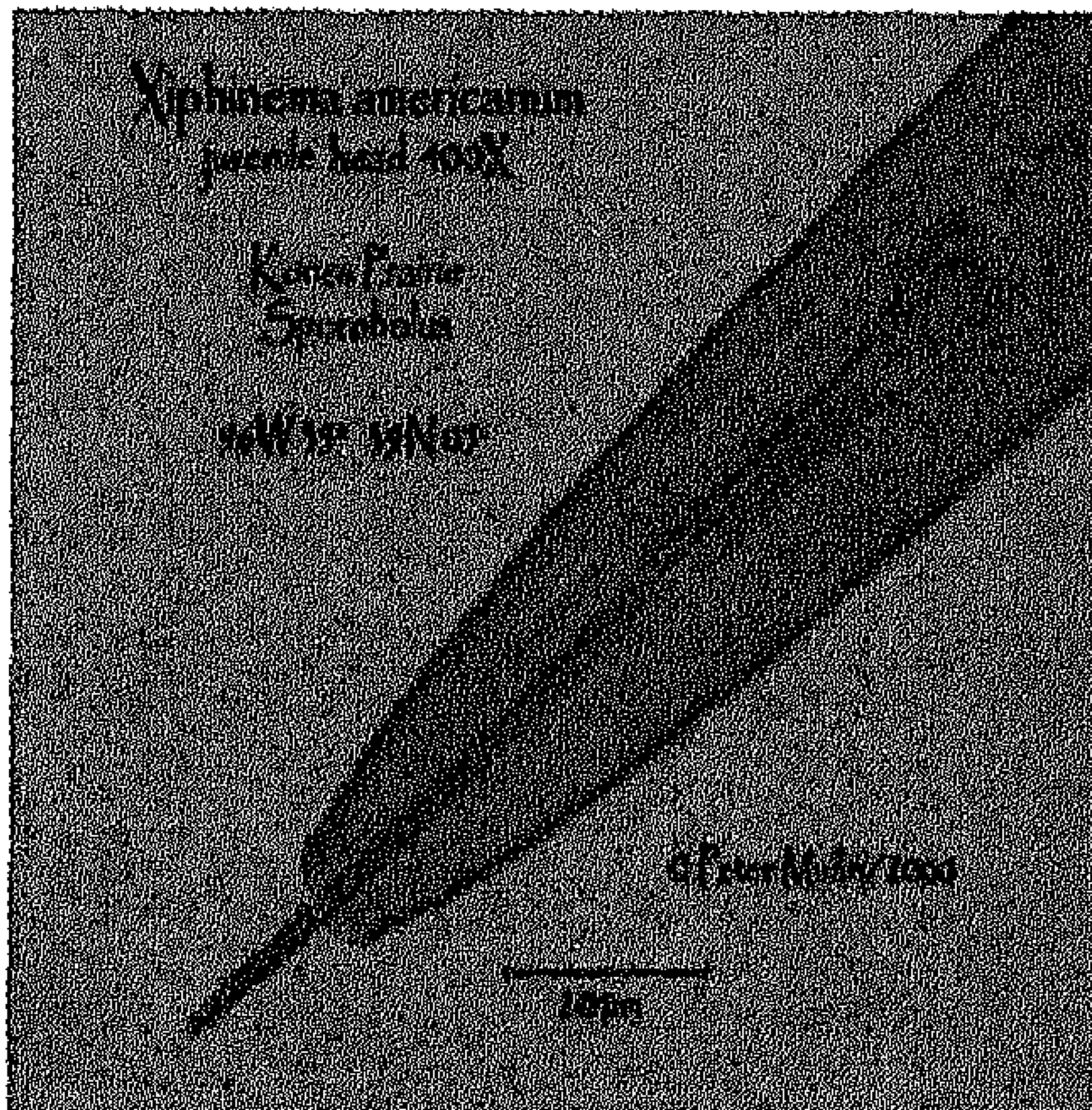
النيماتودا صغيرة لا يتعدى طولها 2.2 ملم، ناعمة دودية شبه شفافة. الرمح أبري يقع في النهاية الفمية حيث يبرز عند مهاجمة النبات. تتميز أنواع معقد النوع *X. americanum* عن بقية أنواع *Xiphinema* spp. بالصفات التالية : قصر طول الجسم (عادة أقل من 150 مك)، الرمح من نوع (Odontostyle + Odontophore)، الكيوتكل المبطن للبلعوم سميك، غياب الذكور، الفروع الجنسية الأنثوية تنشأ بالتساوي، الرحم قصير بدون العضو Z، وجود البكتريا المتعايشة في البيوض وأمعاء الديدان الحديثة، الذيل المخروطي القصير المدور النهاية، الذكور ذات زائدة قرب الحلم المزدوجة (شكل8.4).

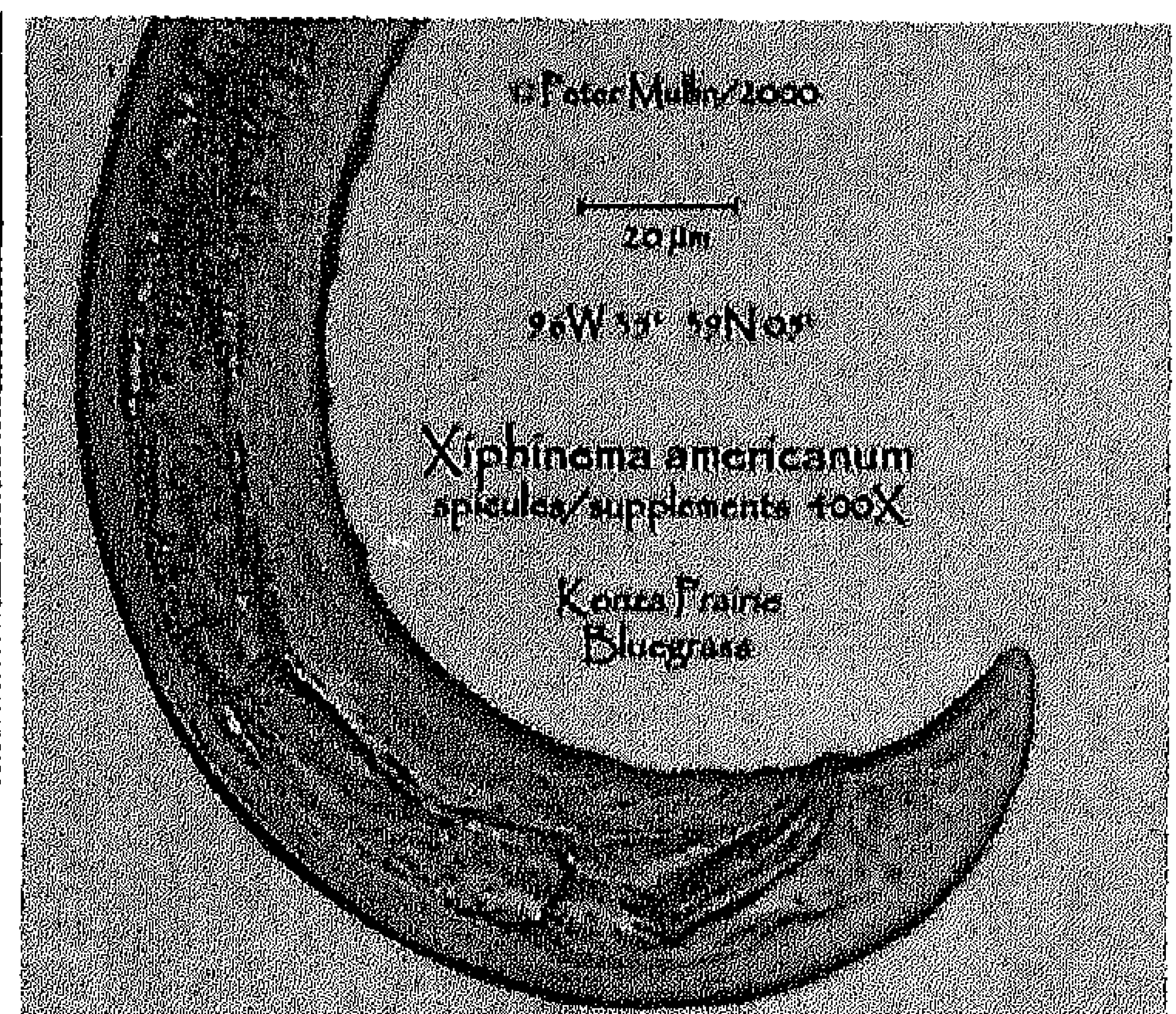
هذه النيماتودا تستوطن التربة، الحركة الذاتية لها في التربة الرطبة لا تتجاوز 1 م في السنة، وعليه فإن الانتشار إلى مسافات كبيرة في الحقل أو ما بين الحقول يتم من خلال الإنجراف مع ماء الري أو نقل التربة الرطبة مع أو بدون النباتات العائلة.











شكل 8.4 : مظهر النيماتودا *Xiphinema americanum* وأجزائها الرئيسة(فوق) والجزء الرأسي(وسط يسار) والذيلي(وسط يمين) للأنثى والجزء الذيلي للذكر(أسفل يمين) والجزء الرأسي للدودة الحديثة(أسفل يسار)

الأعراض (Symptoms)

في حالة غياب الفايروس من النيماتودا، لا تظهر أعراض مميزة على الأجزاء الهوائية من النباتات المصابة. لكن الكثافات العالية من النيماتودا، يحصل إختزال في قوة النمو تظهر في بقع منعزلة من الحقل تشير إلى المناطق الشديدة الإصابة. في الإصابات الشديدة، تظهر الجذور إنتفاخات قرب أطرافها. أما عندما تكون النيماتودا حاملة للفايروس فتظهر على النباتات المصابة الأعراض المميزة للإصابة الفايروسية.

تطور المرض (Development of Disease)

تنجذب أفراد النيماتودا إلى جذور النباتات حيث تقوم بالتغذي عليها خارجيا من خلال الطعن المتكرر لبضع طبقات من الخلايا مستخرجة السايتوبلازم. تضع الإناث البيض بطريقة عذرية وتتكون اربع مراحل يرقية وفي بعض الآهلات ثلاث مراحل. درجة الحرارة المثلى للتكاثر هي 20 – 24 مْ. دورة الحياة تكتمل خلال سنة واحدة وتتمكن جميع الأطوار اليرقية من البلوغ بينما تكون البيوض هي الطور المقاوم في درجات الحرارة الشديدة الإنخفاض.

تكتسب النيماتودا الفايروس من سايتوبلازم النباتات المصابة والتي تلتصق ببطانة الرمح والمريء. بعد إكتسابها لفايروس تتمكن النيماتودا من نقل الفايروس لمدة سنتين. تقوم النيماتودا بحقن جسيمات الفايروس في أنسجة جذور النباتات السليمة خلال عملية التغذي.

السيطرة على المرض (Control)

1 . تبوير الأرض لمد سنتين بدون زراعة أي نوع من النباتات يمكن أن يخلص النيماتودا من الفايروسات التي تصيب المحاصيل.

2 . المكافحة الكيميائية يمكن أن تكون فعالة بنسبة 95 %، لكن الأعداد المتبقية من النيماتودا يمكن ان تقوم بنقل الفايروسات، وعليه فإن المكافحة الكيميائية يمكن أن تبطيء من انتشار الفايروسات(CABI & EPPO,1997).

النيماتودا الأبرية *Longidorus*

Needle Nematode *Longidorus*

من النيماتودا الممرضة للنبات ذات الأهمية الكبيرة كونها تسبب أضرار كبيرة على أنواع مختلفة من النباتات. ينتشر المرض في المناطق المعتدلة، في أمريكا وكندا وأوربا ونيوزلاندا. تفضل هذه النيماتودا الترب الرملية وتنخفض اعدادها في الترب الكلسية. في البلدان العربية سجلت النيماتودا الأبرية، الأنواع *L. africanus* و *L. laevicapitatus* و*L. vineacola* و*L. siddiqi* على عدة نباتات إقتصادية. في السودان وجدت الأنواع *L. laevicapitatus* و *L. bervicaudatus* و*L. africanus* في منطقة الجزيرة. وفي السعودية وجدت الأنواع *L. africanus* على محاصيل الخضر والمحاصيل الحقلية و*L. siddiqi* على بعض الأشجار المثمرة. في العراق وجدت النيماتودا الأبرية L. sylphus على قصب السكر(إسماعيل وآخرون،2010).

في دراسة شملت 31 عائلا نباتيا تنتمي إلى 11 عائلة، تبين ان النباتات التالية وهي مرتبا تنازليا كعوائل مفضلة لنيماتودا *L. elongates* : الشليك ثم الطماطة والشيلم والنعناع والبتونيا والعليق الأسود وعشبة Chekweed(إسماعيل وآخرون،2010).

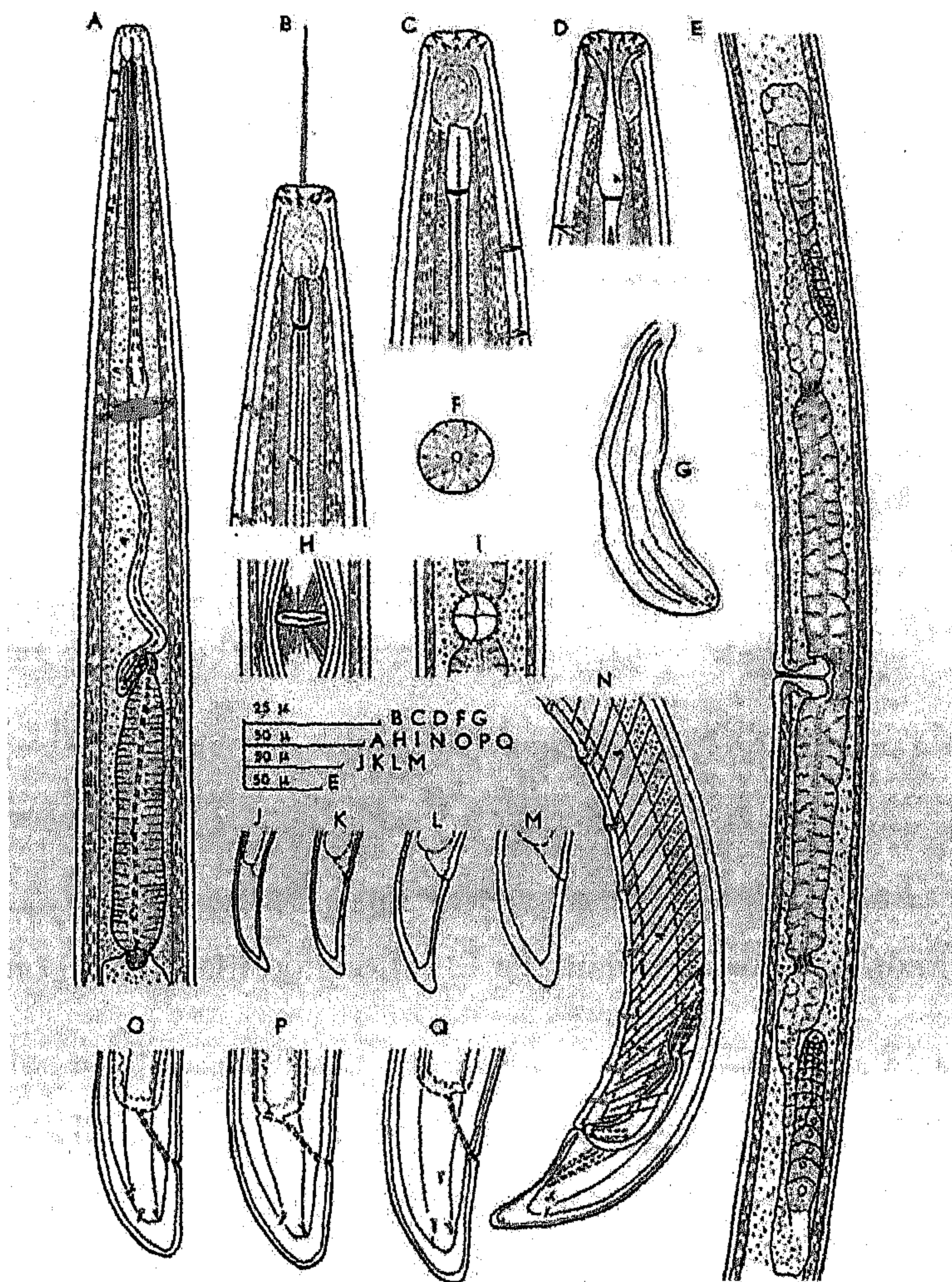
تسبب الإصابة بهذه النيماتودا تقزم شديد في شتلات الصنوبر وتخفض من وزنها الجاف، ثمة 7 أنواع مسجلة على الأعناب.

الممرض (**Pathogen**): *Longidorus* spp. يعود إلى تحت العائلة Longidorinae، عائلة Longidoridae، رتبة Dorylaimida، طائفة Enoplea.

من النيماتودا السهلة التمييز لطولها الكبير حيث يبلغ 2 إلى 12 ملم كما أن جسمها رفيع والرمح طويل(Handoo *et al.*,2005). وهذه النيماتودا تشبه النيماتودا الخنجرية لكنها تختلف عنها في عدم وجود التجنحات الرمحية وفي وجود الحلقة المرشدة خلف منطقة الشفاه مباشرة(إسماعيل وآخرون،2010).

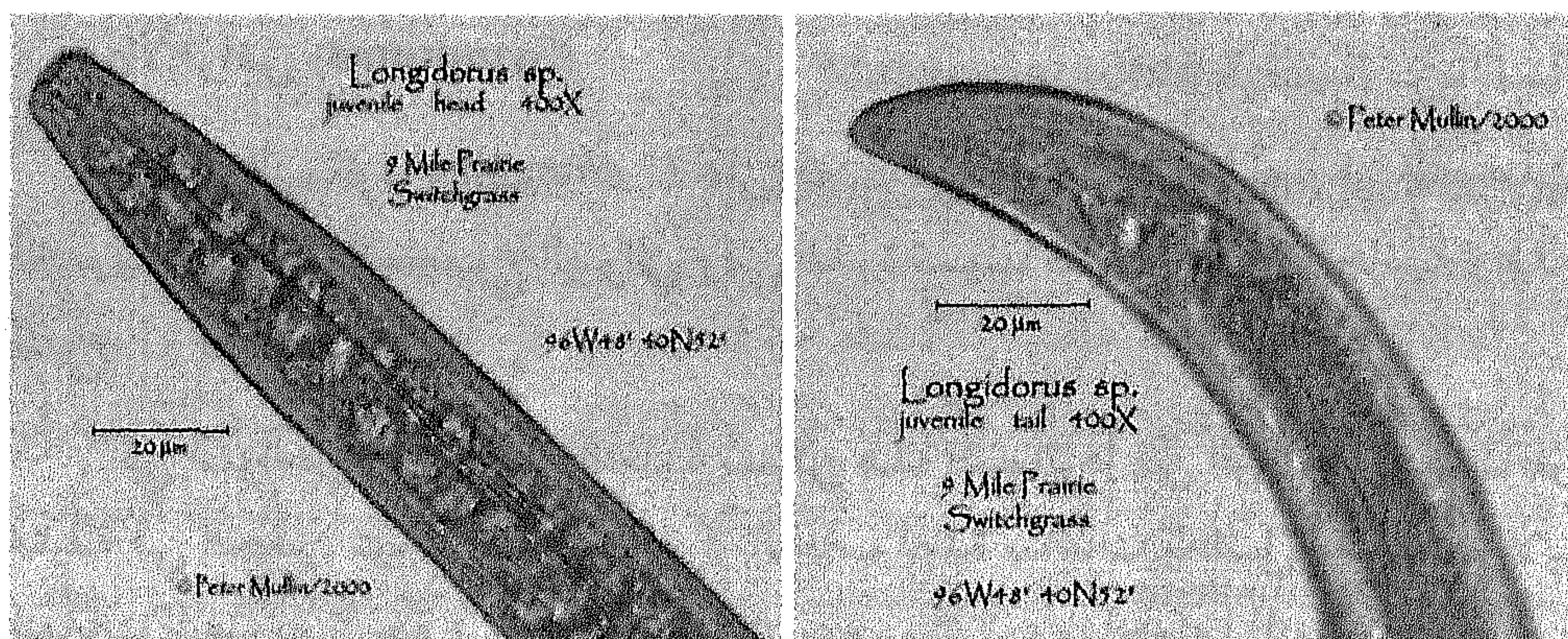
الذكور غير معروفة والأنثى تتخذ شكل هلال مفتوح في درجات الحرارة الدافئة وإلا فيكون شكلها غير منتظم. الرمح طويل حيث يبلغ طوله مع حامله 150 مك. للأنثى إثنين من المبايض المتقابلة (الأشكال8.5 – 8.7). ومع ندرة وجود الذكور فإن

التكاثر يحصل بغيابها. على نبات الشليك تم فقس بيوض النيماتودا *L. elongates* خلال 9 – 12 يوما وتضاعفت اعداد النيماتودا 20 ضعفا خلال 4 – 6 اشهر(إسماعيل وآخرون،2010). يخرج الطور اليرقي الأول بعد فقس البيوض ويعاني 3 إنسلاخات متالية ليصل إلى البلوغ. يمكن ان تعيش البالغات أكثر من سنة واحدة.



شكل 8.5 : النيماتودا *Longidorus*. G = شوكة الذكر، N = ذيل الذكر، H = الفرج، J-M = ذيل الدودة اليافعة، باقي الأشكال للأنثى

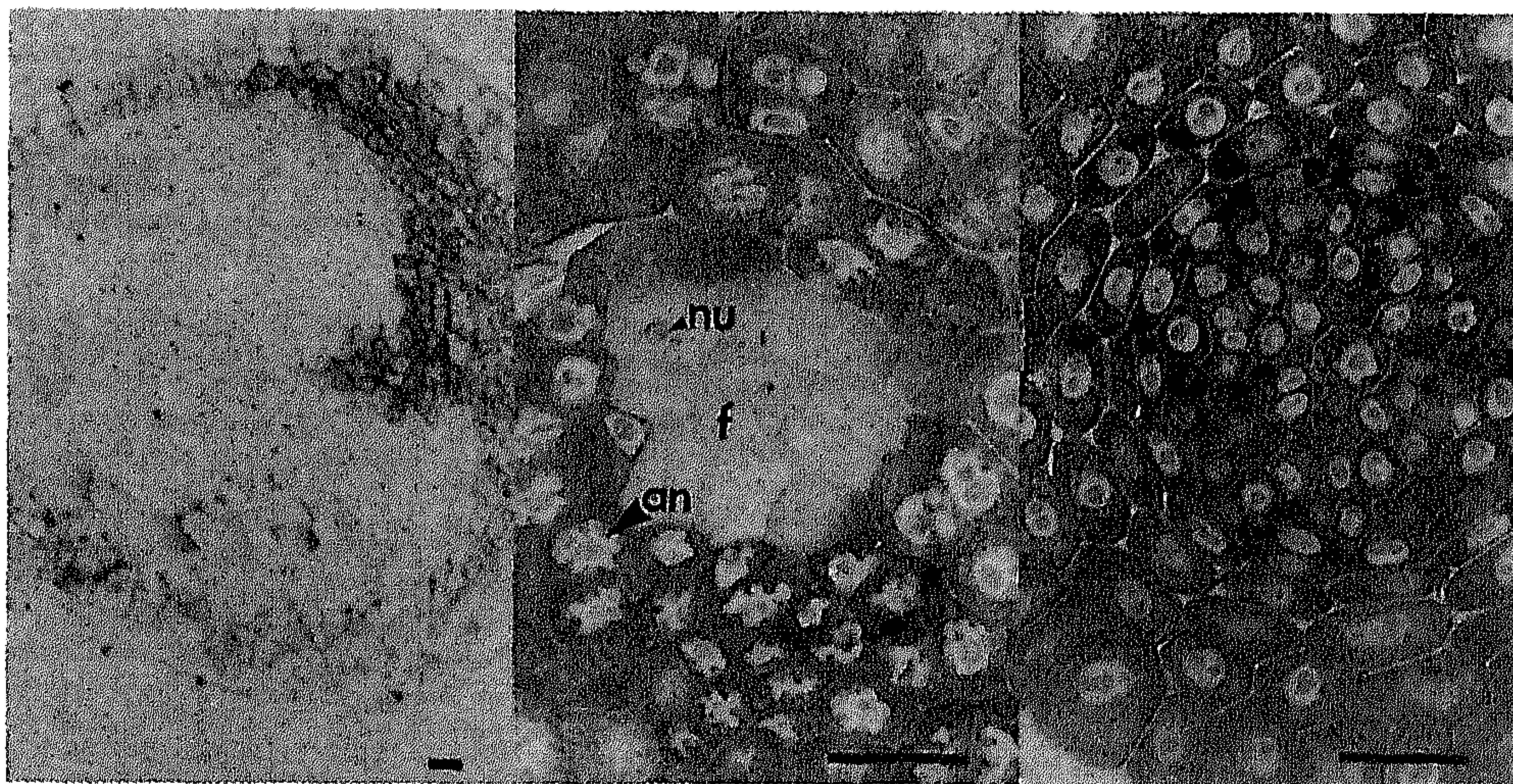
عن : (Ferris,2008)



شكل 8.6 : النيماتودا *Longidorus* اليافعة(أعلى) والرأس(أسفل يسار) وذيلها(أسفل يمين)

عن : (Piter Mulin,2000)

http://nematode.unl.edu/longmi2.jpg



شكل 8.7 : طرف جذر سليم لحشيشة الجاودار(Rye grass) *Lolium perenne*(يمين) وموقع تغذي النيماتودا *Longidorus elongates* (f) والخلايا المجاورة التي تظهر نوى غير منتظمة(an)(وسط) والمقطع نفسه بعد سحب السايتوبلازم

عن : (Ferris,2008)

الأعراض (Symptoms)

تتطفل النيماتودا *L. elongates* على العنب مسببة زيادة غير طبيعية في التفرعات الجذرية دون تأثر المجموع الهوائي وفي الذرة تسبب تقزم الجذور الجانبية وعدم التفرع.

في المراحل الأولى من التغذية تتمكن هذه النيماتودا من الوصول إلى مناطق عميقة في الجذر. نتيجة التغذي وإفراز اللعاب لعدة ساعات يحصل تضخم لخلايا النهايات الجذرية نتيجة فرط الانقسام والتوسع. وبسبب مهاجمتها للنهايات الجذرية تسبب النيماتودا تلف الأنسجة المرستيمية وتقزمها. وفي حالات الإصابة الشديدة يحصل موت للجذور المغذية ويتحول المجموع الجذري إلى أعقاب صغيرة(إسماعيل وآخرون،2010).

النيماتودا *L. elongates* تقوم بدور الناقل الحيوي لفايروس التبقع الحلقي على توت العليق وفايروس الحلقة السوداء على الطماطة. كما أن الأنواع *L. leptocephalus* و*L. attenuates* و*L. elongates* و*Trichodorus*.spp وبالإشتراك مع الفايروسات التي تنقلها تسبب مرض البنجر السكري في منطقة Docking بإنكلترا. هذه المرض يشتد في الربيع خصوصا مع حصول المطار الغزيرة حيث تتغذى النيماتودا وتظهر أعراض الإصابة الفايروسية على المجموع الخضري.

في نهاية الربيع تستعيد النباتات نموها ويمكن ان تصل إلى مستوياتها الطبيعية لكن مع إنخفاض شديد في حجم الجذور الوتدية(Ferris , H. 2008).

السيطرة على المرض (Control)

1 . تتدهور آهلات النيماتودا بوجود محاصيل الحبوب ونباتات السعد وعليه فإن الدورة الزراعية الدورية بها مع أشجار الصنوبر تخفف تأثير النيماتودا على الأخيرة.

2 . المكافحة الكيميائية.

النيماتودا الحلقية *Mesocriconema*

Ring Nematode *Mesocriconema*

النيماتودا الحلقية عالمية الانتشار حيث سجلت في أمريكا الشمالية والجنوبية وأوربا وأفريقيا والهند وأستراليا واليابان. في البلدان العربية توجد النيماتودا الحلقية في مصر حيث تعتبر من بين أكثر النيماتودا الخارجية انتشارا. وفي ليبيا وجدت النيماتودا الحلقية .*Criconemella* spp على الحمضيات. وفي لبنان وجدت النيماتودا الحلقية *Criconemoides* على اللوز(إسماعيل وآخرون،2010).

يصيب المرض أشجار الخوخ والإجاص والمشمش والكرز واللوز والعنب والصنوبر ونباتات الخس والقرنفل.

الممرض (**Pathogen**): *Criconemoides xenoplax* (= *Mesocriconema xenoplax*)

النيماتودا الحلقية تعود إلى عائلة Criconematidae، تحت رتبة Tylenchina، رتبة Rhabditida، طائفة Chromadorea. تضم النيماتودا الحلقية اكثر من 90 نوعا تقسم إلى عدة أجناس(إسماعيل وآخرون،2010).

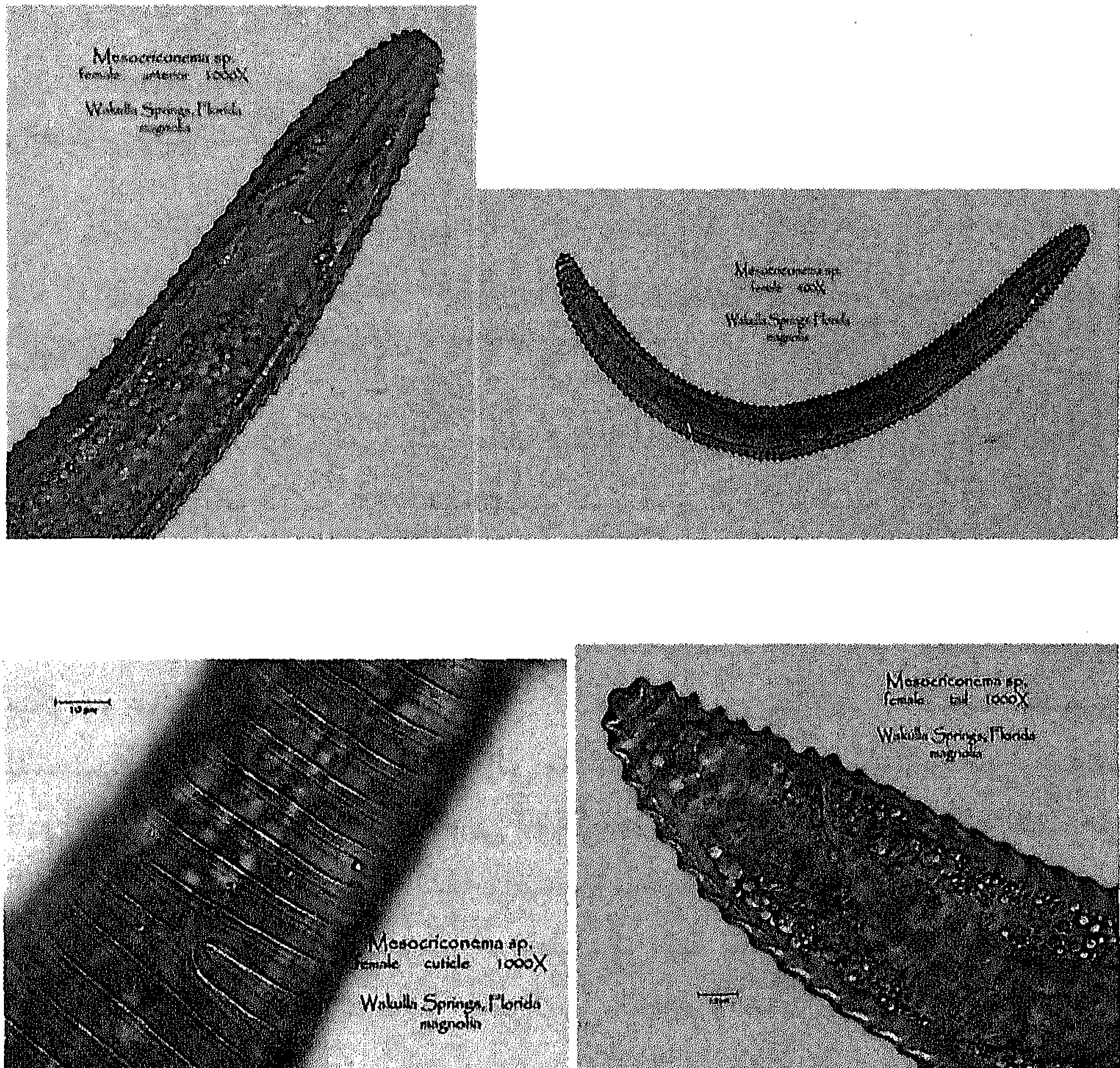
الأنثى طولها 0.40 – 0.78 ملم، الذكر طوله 0.53 – 0.61 ملم. الحلقات منكوسة عددها 200 أو أقل عادة 100 – 150 ويمكن رؤيتها تحت العدسة الصغرى للمجهر وذات حواف خلفية ملساء إلى مخشنة قليلا خصوصا بإتجاه الذيل. التفمم نادر. الرأس مستعرض، الحلقة الأولى تامة أو مسننة جانبيا وأحيانا عميقة. الفصوص الوسطية جيدة التكوين. منطقة الشفة واضحة ومرتفعة. نموذجيا توجد 4 صفائح شفوية مفصولة جيدا تتبادل مع الفصوص الوسطية لكن ثمة تغايرات كثيرة في هذا الترتيب حيث يحصل إلتحام بين الصفائح وإختزال في الحجم والعدد.

للأنثى رمح طويل (100 مك) ذو عقدة تشبه الغطاس حيث تثبت الرمح بالعضلات المحركة. الفرج مفتوح بوضوح والشفة الأمامية تحمل بروزين مختلفين في الشكل ويمكن رؤيتهما من المنظر البطني فقط. المهبل دائما بشكل حرف S في المنظر

الجانبي. الذيل مدور مستعرض إلى مخروطي نهايته مدورة بسيطة أو كزر مفصص.

الذكر عديم الرمح، المريء غير مميز، غير قادر على التغذي. الأشواك مستقيمة إلى منحنية قليلا. الذيل مدور مستعرض، الذكور غالبا ما تكون مفقودة (شكل8.8).

في الديدان اليافعة الحواف الخلفية لحلقاتها تكون محززة(Ferris,2010a).



شكل 8.8 : النيماتودا *Mesocriconema*. الأنثى(أعلى يمين) وو مقدمتها(أعلى يسار) والذيل(أسفل يمين) والكيوتكل(أسفل يسار)

الأعراض (Symptoms)

يؤدي تغذي النيماتودا الحلقية على جذور أشجار اللوزيات والتفاحيات وغيرها إلى تقليم ونخر الجذور الصغيرة المغذية خصوصا على الأشجار الصغيرة. هذا يسبب تخفيض إمتصاص العناصر المعدنية من قبل الجذور وضعف النبات. الحالة الأخيرة تؤدي إلى ضعف مقاومة الظروف البيئية المجهدة خصوصا الإنجماد وتزيد من حساسية الأشجار للإصابة بالأمراض خصوصا بالبكتريا *Pseudomonas syringae* pv *syringae* التي تسبب مرض التسوس البكتيري. التأثير المشترك لهذه العوامل الثلاثة يسبب ما يعرف بقصير عمر أشجار الخوخ المعروف (PTSL). التاثيرات الفسلجية للإصابة بهذه النيماتودا تشمل تشويش نسبة N / C في النبات وتغيير مستويات السايتوكاينين. التسوس البكتيري يتعاظم خصوصا عند إعادة زراعة البستان.



شكل 8.9 : تغذي النيماتودا الحلقية خارجيا على طرف الجذر

تزدهر هذه النيماتودا في الترب الرملية حيث تنمو الأشجار المعمرة مع أنها يمكن أن تهاجم الحشائش والنباتات البقولية. تتغذى النيماتودا الحلقية خارجيا على الجذور (شكل8.9). عزل وتقدير كثافة النيماتودا تتم بطريقة الطوفان في المحلول السكري والطرد المركزي.

درجات الحرارة والرطوبة من العوامل البيئية الرئيسة المتحكمة بتكاثر وبقاء هذه النيماتودا حيث أنها تتأثر سلبا بالرطوبة المنخفضة ودرجات الحرارة المرتفعة في التربة.

تتمكن النيماتودا *C. xenoplax* من الإكثار السريع لأهلاتها حيث تبنى أكبر التعدادات في المستويات العليا من التربة خلال الخريف – الشتاء، بينما أقلها في قرب سطح التربة خلال الصيف. كما يؤثر نوع النبات وصنفه على تراكيز النيماتودا(Ferris,2010b).

دورة حياة النيماتودا : تضع إناث نيماتودا *Criconemoides xenoplax* 3 – 5 بيضات / يوم أو حسب (إسماعيل وآخرون،2010) 8 – 15 بيضة / أنثى في اليومين الأولين. الإنسلاخ الأول يتم داخل البيضة. تفقس البيوض بعد 15 يوما في 20 مْ. جميع أطوار النيماتودا تتمكن من التغذي وتستكمل دورة الحياة خلال 24 إلى 30 يوما.

السيطرة على المرض (Control)

1 . المكافحة الكيميائية بالنيماكيور والفيناميفوس.

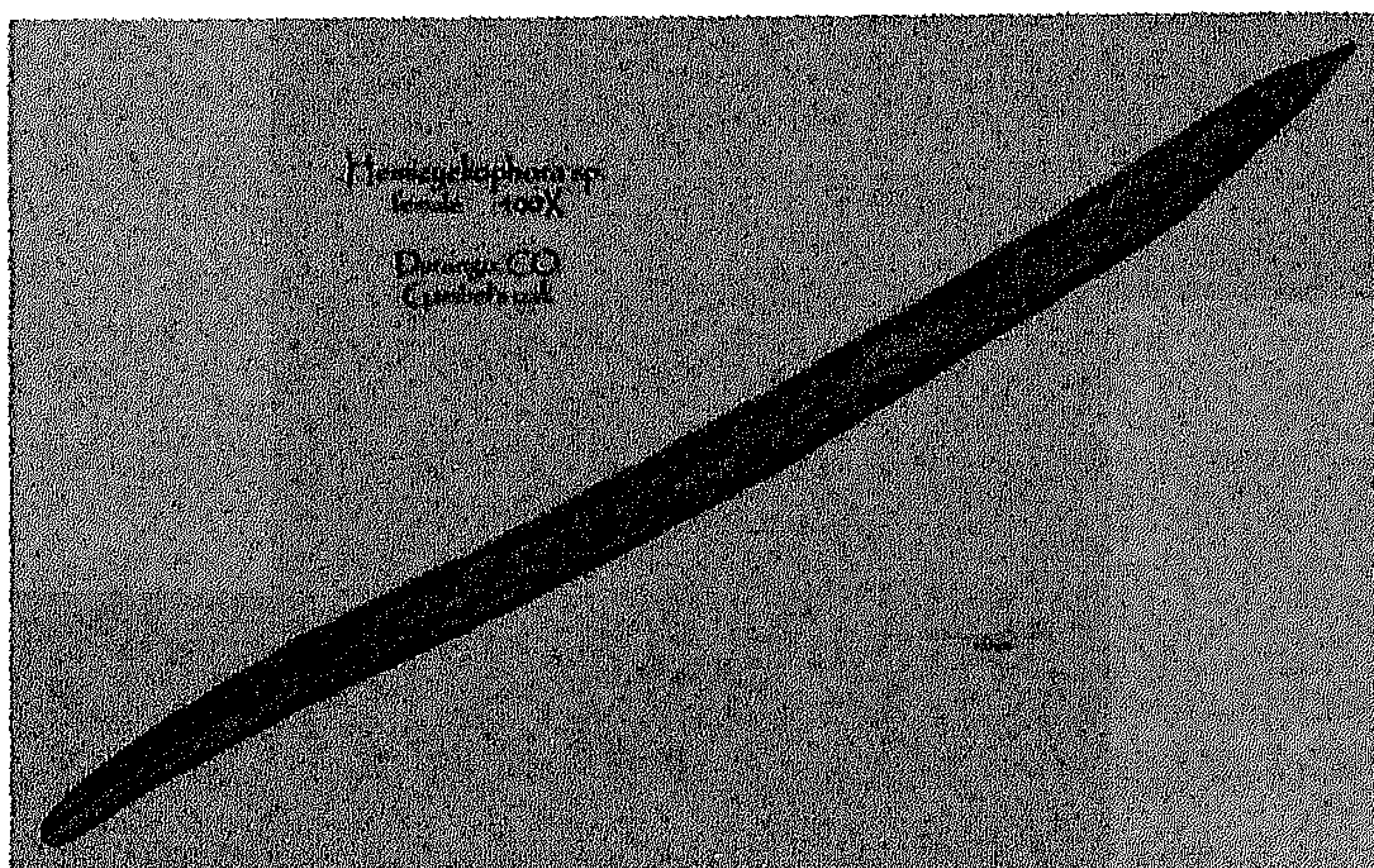
2 . إختيار موقع البستان. من العوامل المهمة في الوقاية من أمراض النيماتودا الحلقية وغيرها من مجاميع النيماتودا كنيماتودا تعقد الجذور إختيار موقع ذو تأريخ خالي من هذه الآفات وإزالة بقايا الجذور والتبوير وإختيار الشتلات الخالية من النيماتودا من الأصناف المقاومة.

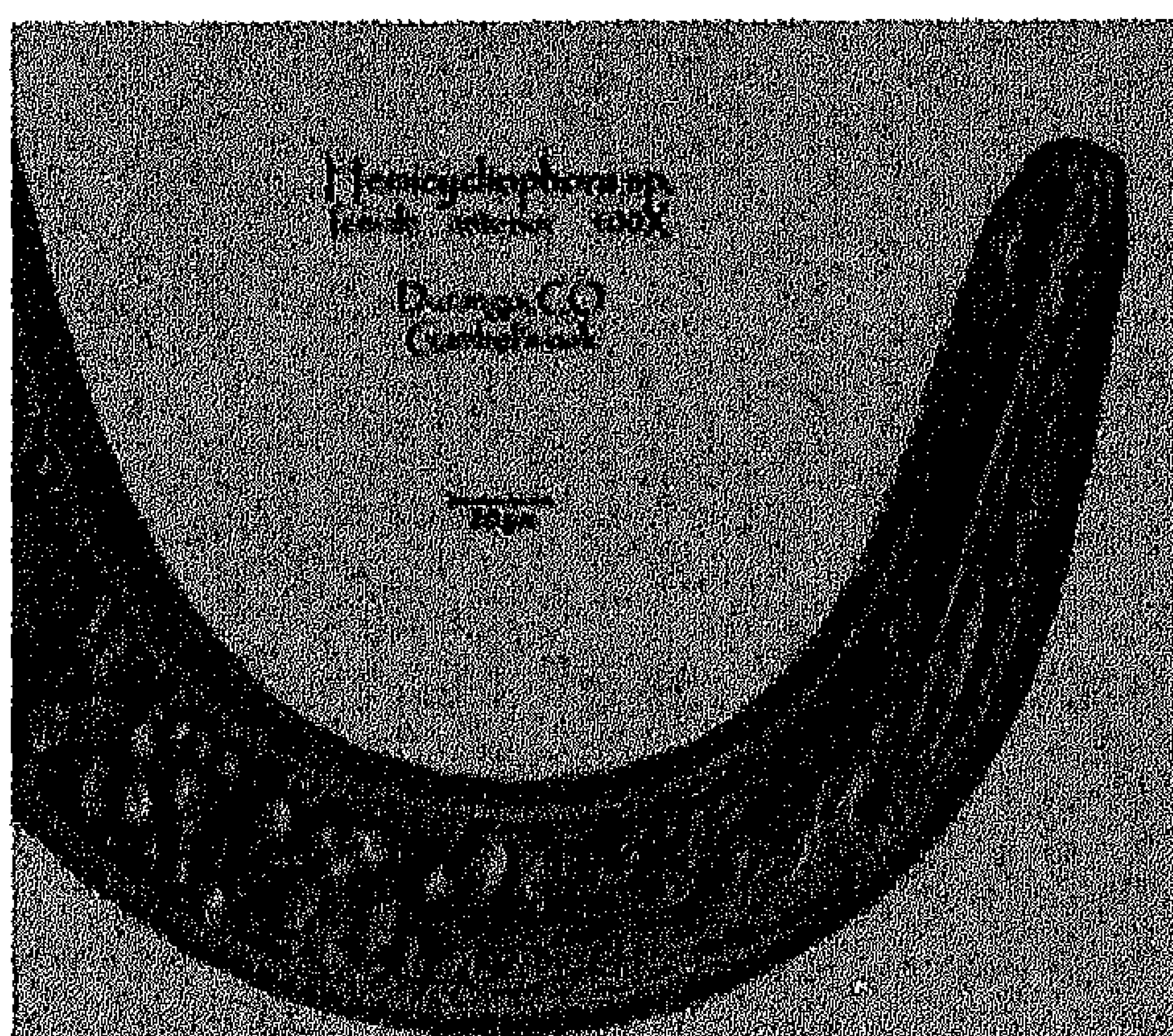
3 . زراعة نباتات غطائية مضادة للنيماتودا مثل نبات القديفة وتشجيع استخدام المبيدات الحيوية(Ferris,2010b).

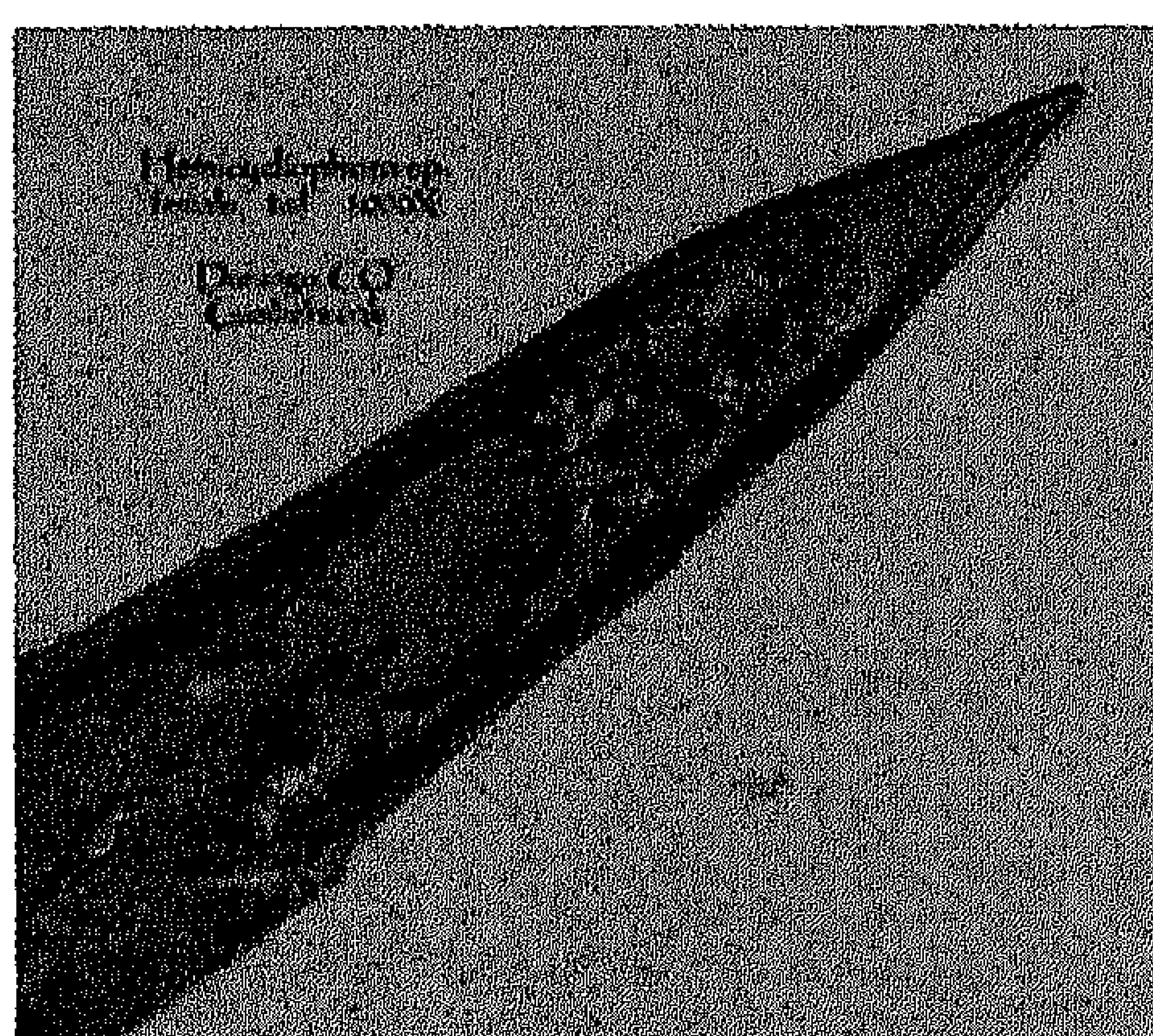
النيماتودا الغمدية *Hemicycliophora*

Sheath Nematode Hemicycliophora

تتميز نيماتودا *Hemicycliophora* بوجود الغمد وهو طبقة كيوتكل إضافية تحيط بالجسم وتكون سائبة أحيانا وفي جميع مراحل تطور الدودة.







شكل 8.10: الأنثى منظر عام(فوق) والمقدمة(أسفل يسار) والذيل(أسفل يمين)

تتغذى النيماتودا *Hemicycliophora* خارجيا على أطراف الجذورو تزدهر في

الترب الرملية. تصيب هذه النيماتودا النباتات العائدة للعوائل النباتية Cucurbitaceae وLeguminosae وRutaceae وUmbelliferae . النباتات العائلة المهمة تشمل الحمضيات والطماطة والفاصوليا والكرفس والكوسة والفلفل والعنب صنف Tokay، أما النباتات غير العائلة فتشمل العنب صنف Thompson Seedless والقطن والذرة. النباتات المقاومة تشمل البرتقال ثلاثي الورقة والبرتقال الحلو والنارنج والكريب فروت.

الممرض (**Pathogen**): .*Hemicycliophora* spp (شكل8.10)، *Hemicycliophora arenaria*

يضم جنس *Hemicycliophora* أكثر من 117 نوعا.

الأنثى تمتلك طبقة الكيوتكل الإضافية بشكل دائم حيث تكون سائبة وليست غشائية. عقد الرمح تكون مائلة. تمتلك حلقتين شفويتين (و بشكل إستثنائي ثلاثة) غير محورتين وغير منفصلتين (عدا في النوعين *H. hesperis* و*H. truncata*). الفرج مستقيم أو مقوس وليس بشكل حرف S. المريء متلاشي ولا تمتلك رمح.

في الذكر تتميز المنطقة الشفوية بعدم إستمرارية الحلقات. الأشواك مقوسة، شبه دائرية، بشكل حرف U أو خطاف. الذيل يكون أطول مما هو في الأنثى. الذكور تكون نادرة في الآهلة.

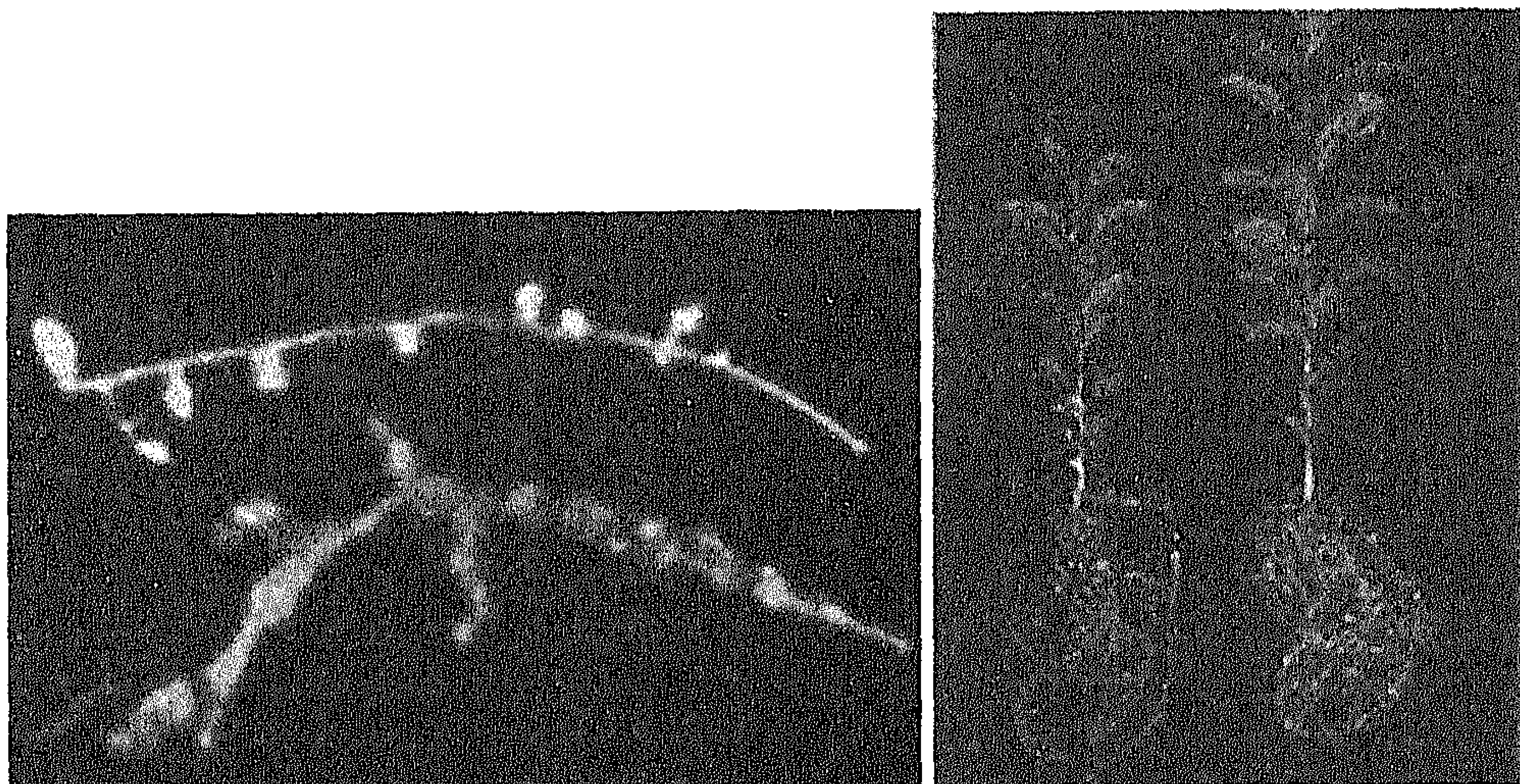
الطور اليرقي الرابع يفتقد للرمح(Ferris,2010b).

الأعراض (Symptoms)

تتغذى النيماتودا خارجيا على أطراف الجذور حيث تغرز الرمح خلال الخلايا أو ما بينها وبعمق 2 – 3 خلايا. تحقن إفرازات الغدد المريئية الظهرية في الخلايا المغذية خلال 1 – 2 ساعة ويتم تفريغ محتويات الخلايا الجذرية خلال 5 – 6 أيام من التغذي. تلتصق النيماتودا بقوة على الجذر بواسطة إنبوب تغذية. تتوسع الخلايا المغذية وتتثخن جدرانها وبعضها يكون متعدد النوى. مع إفراغ محتويات الخلايا تنها وتدفع إلى الخارج نتيجة النشاط المرستيمي حيث توفر خلايا مغذية جديدة.

تشمل الأعراض ضعف وإختزال المجموع الخضري والمجموع الجذري بنسبة

تزيد عن 30 % وتكوبن العقد على أطراف الجذور نتيجة تحفيز انقسام وتوسع الخلايا(شكل8.11).



شكل 8.11 : (يمين) أعراض الإصابة بالنيماتودا *Hemicycliophora arenaria* على شتلة الحمضيات يسارا والشتلة السليمة إلى يمينها. (يسار) تكوين العقد على أطراف الجذور

عن : (Ferris,**2010b**)

دورة الحياة : تشتمل دورة الحياة على 4 إنسلاخات يتم الأول في البيضة. تتزامن الإنسلاخات مع فترات الري وما بين إنسلاخ والآخر يتوجب حصول فترة تغذي أما التميز الجنسي فيحصل بعد الإنسلاخ الثالث. الطورالرابع وطورالنضوج هما طوري بقاء الأنثى بينما الذكور لا تبقى. تكوّن الإناث الناضجة طبقة كيوتكل سادسة وبذلك تحتفظ بطبقتي كيوتكل طيلة حياتها. تضع الأنثى بيضة واحدة في الساعة في الماء وتفقس البيوض خلال 3 – 5 أيام. تستغرق دورة الحياة من البيضة إلى البيضة 15 إلى 19 يوما في درجات حرارة 28 إلى 30 مْ على نبات الطماطة.

السيطرة على المرض (Control)

1 . النيماتودا حساسة لقلة الأوكسجين حيث تنخفض تعداداتها مع الغمر الذي يمكن ان يكون وسيلة سيطرة على المرض.

2 . زراعة النباتات غير العائلة والمقاومة.

3 . معاملة الجذور بالماء الحار بدرجة حرارة 46 مْ لمدة 10 دقائق.

4 . إضافة السماد الحيواني إلى التربة الرملية.

5 . المكافحة الكيميائية بالمبيدات DBCP وNemacur(Ferris,2010b).

نيماتودا التقزم Tylenchorhynchus وQuinisulcius

Stunt Nematode Tylenchorhynchus and Quinisulcius

Tylenchorhynchus

تشترك نيماتودا التقزم في العديد من أمراض النبات على مختلف المحاصيل الحقلية والبستنية وهي متكيفة جيدا للنمو في المناطق المعتدلة والإستوائية. في مصر توجد الأنواع *Tylenchorhynchus besselatus* و*T. brassicae* و*T. capitatus* و *T. clarus* و*T. clavicaudatus* و*T. cylindricus* و *T. dubius* و*T. ebriensis* و *T. goffarti* و*T. keginicus* و*T. latus* و*T. martini* و*T. microdorus* و*T. nothus* و *T. phaseoli* وهي من أنواع النيماتودا المحددة للإنتاج. في الأردن وجدت نيماتودا التقزم *T. clarus* و*T. delbiensis* و *T. dubius* و*T. goffarti* و*T. latus* و*T. parvus* و *T. ventrosignatus* على العديد من المحاصيل والخضروات. في اليمن وجدت نيماتودا التقزم *Tylenchorhynchus* spp. على الفلفل والتبغ والطماطة والحمضيات. في

سلطنة عمان وجد النوعان *T. clarus* و*T. striatus* على البرسيم والبصل. وفي ليبيا وجدت النيماتودا *T. clarus* على الزيتون. في سوريا وجدت نيماتودا التقزم *Tylenchorhynchus* spp. على البقوليات. وفي السعودية وجدت نيماتودا التقزم *Tylenchorhynchus* spp. على البصل. وفي العراق وجدت نيماتودا التقزم *Tylenchorhynchus* spp. على قصب السكر(إسماعيل وآخرون،2010).

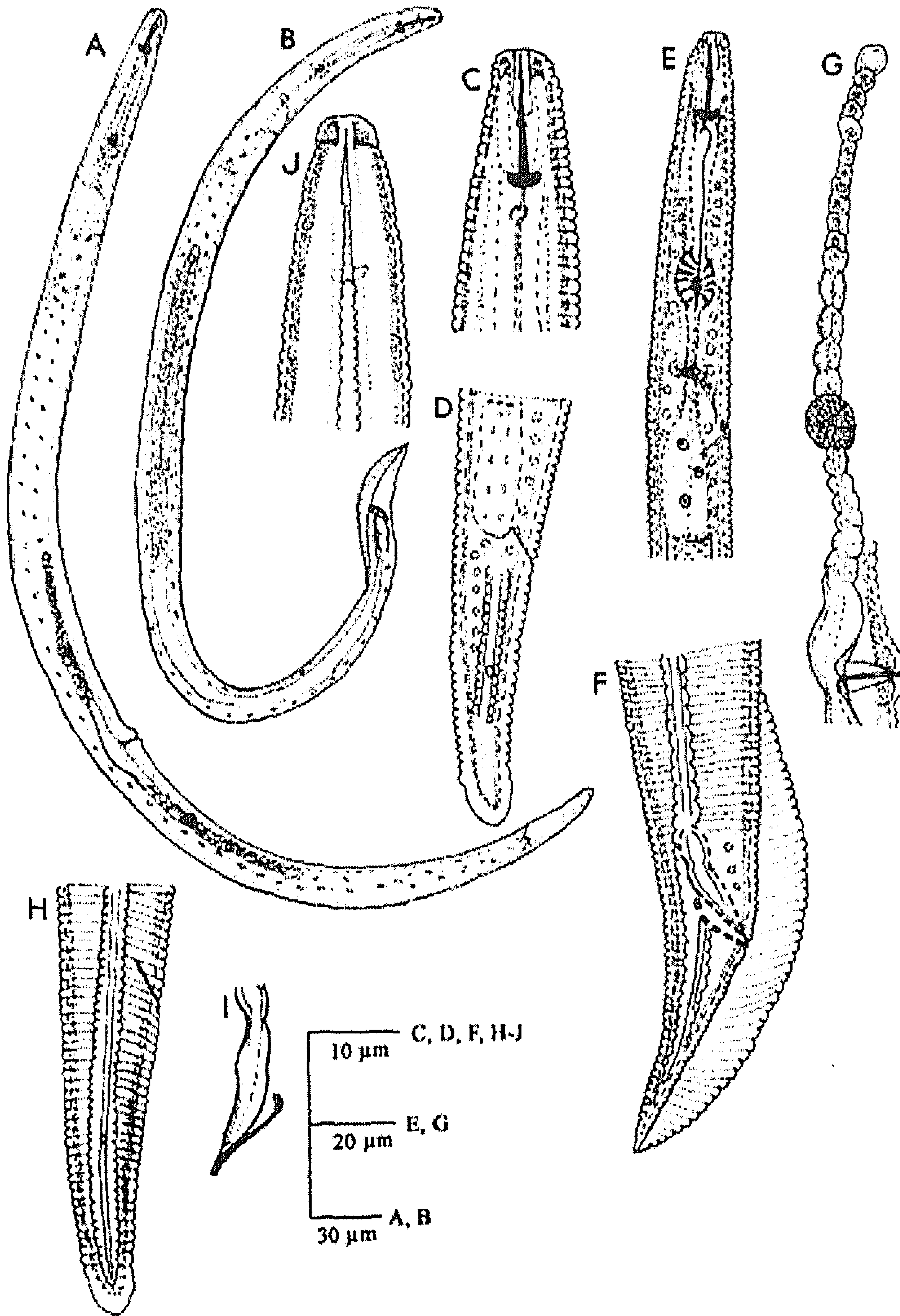
ومع أن العديد من الأنواع يمكن أن تحدث أضرارا للنباتات العائلة، إلا أن معظمها لا تسبب أضرارا إقتصادية على النباتات. معظم أضرار هذه النيماتودا تحصل في الزراعة المحمية(O'Bannon *et al.*,1991). ووجد أن النيماتودا *Tylenchorhynchus claytoni* وفي التركيز 125 / 100 سم^3 تربة تسبب إختزال حجم المجموع الجذري لأشجار الصنوبر صنف Loblolly، كما أنها تصيب عددا من الأدغال بضمنها السعد *Cyperus rotundus* بينما الدخن اللؤلؤي غير عائل(Cram & Fraedrich,2009).

بالإضافة إلى تأثيراتها المباشرة على النباتات العائلة، تزيد هذه النيماتودا من شدة الأمراض الفطرية على البرسيم *Trifolium alexandrinum* والثيل وتكون معقدات مرضية مع فطريات التربة مثل أنواع *Fusarium* و*Rhizoctonia* و*Pythium*(Khan *et al.*,2008).

المممرض (**Pathogen**): *Tylenchorhynchus* spp. تتبع تحت عائلة *Belonolaiminae*، عائلة *Belonolaimidae*، تحت رتبة *Tylenchina*، رتبة *Rhabditida*، طائفة *Chromdorea*.

يضم جنس *Tylenchorhynchus* 255 نوعا حسب (O'Bannon *et al.*,1991) و111 نوعا موثوقا حسب(Ramzan *et al.*,2008).

المنطقة الشفوية محددة بتخصر أو انها تكون مستمرة مع محيطها. الجوانب موسمة بأربعة، خمسة أو ستة حزوز. الرمح قوي عادة مع عقد قاعدية سميكة. الفرج قرب منتصف الجسم، المبايض إثنان يمتدان نحو الخارج. ذيل الأنثى مخروطي، غير مدبب(Wilson,2011)(شكل8.12).



شكل 8.12 : النيماتودا ***Tylenchorhynchus qasimii***. A- الأنثى، B- الذكر، C- المنطقة الأمامية، D- ذيل الأنثى، E- منطقة المريء في الأنثى، F- ذيل الذكر، G- المنسل الأمامي للأنثى، H- ذيل الأنثى يظهر الفازميد، I- الشوكة، J- منظر أمامي يظهر أصل المجال الجانبي

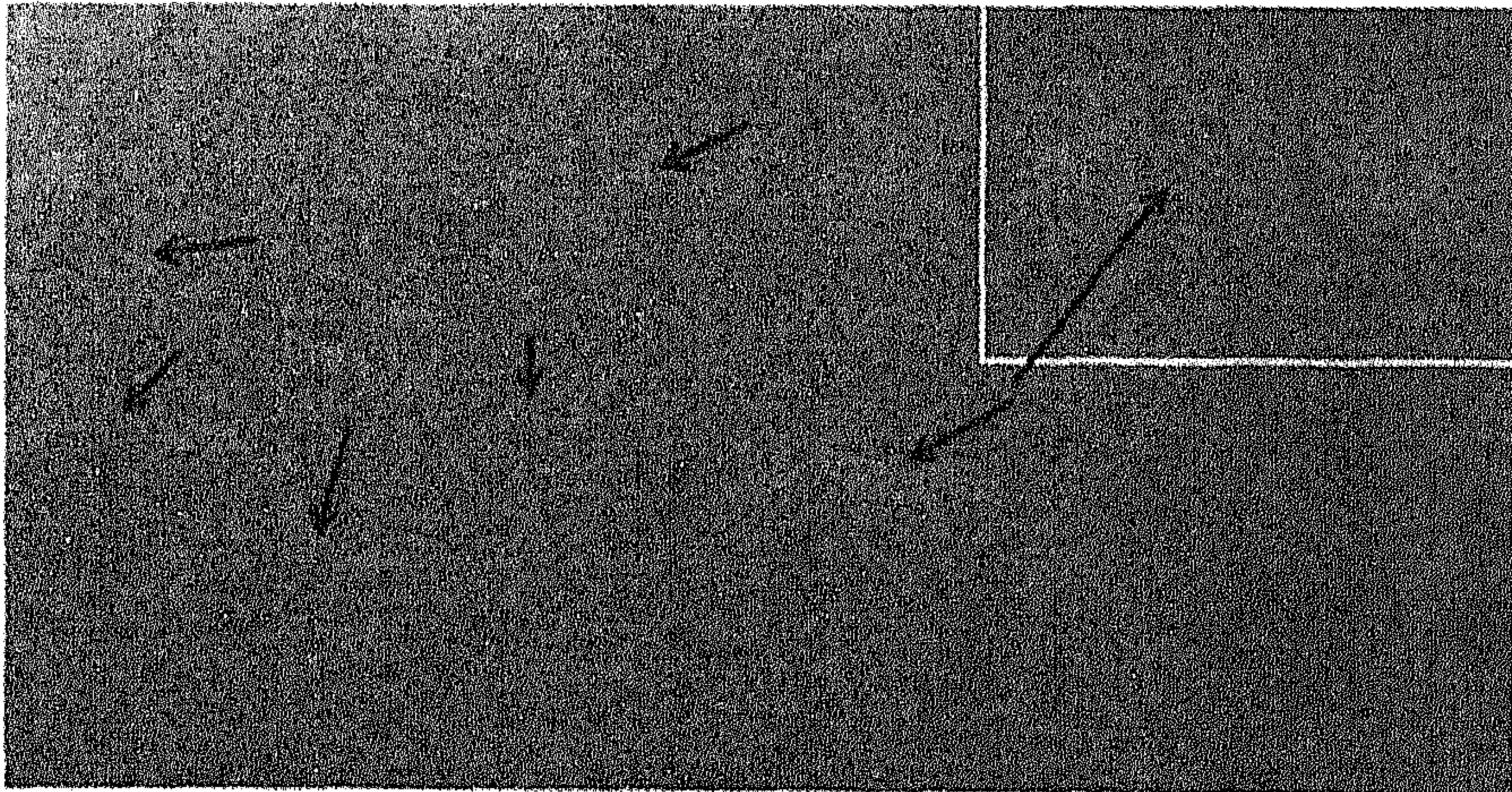
عن : (Khan *et al.*,2008)

هذه النيماتودا متطفلات خارجية غير متخصصة تعيش في ترب الحقول والغابات والمروج في مختلف مناطق العالم.

تعتبر أنواع *Tylenchorhynchus* متغذيات خارجية متنقلة على إمتداد الجذور حيث تخترق خلايا البشرة والشعيرات الجذرية. أحيانا يكون تغذي النيماتودا داخليا على الطبقات الخارجية لخلايا القشرة. ويمكن أن تتجمع النيماتودا لتتغذى على أطراف الجذور مسببة تدمير البشرة والقشرة والانسجة الزعائية غير المتميزة. ومع أن هذا يؤدي إلى إعاقة نمو الجذور إلا أن النمو الجانبي للجذور يعوض هذا العامل(O'Bannon *et al.*,1991).

الأعراض (Symptoms)

تمثل أعراض الإصابة بالنيماتودا *Tylenchorhynchus* على الرز وأشجار جوز الهند بإصفرار الأوراق وإختزال المجموع الجذري وتلف الساق والقلف. وعلى الثيل بظهور بقع مصفرة ومتلونة(Khan *et al.*,2008 ; Ramzan *et al.*,2008) (شكل8.13).

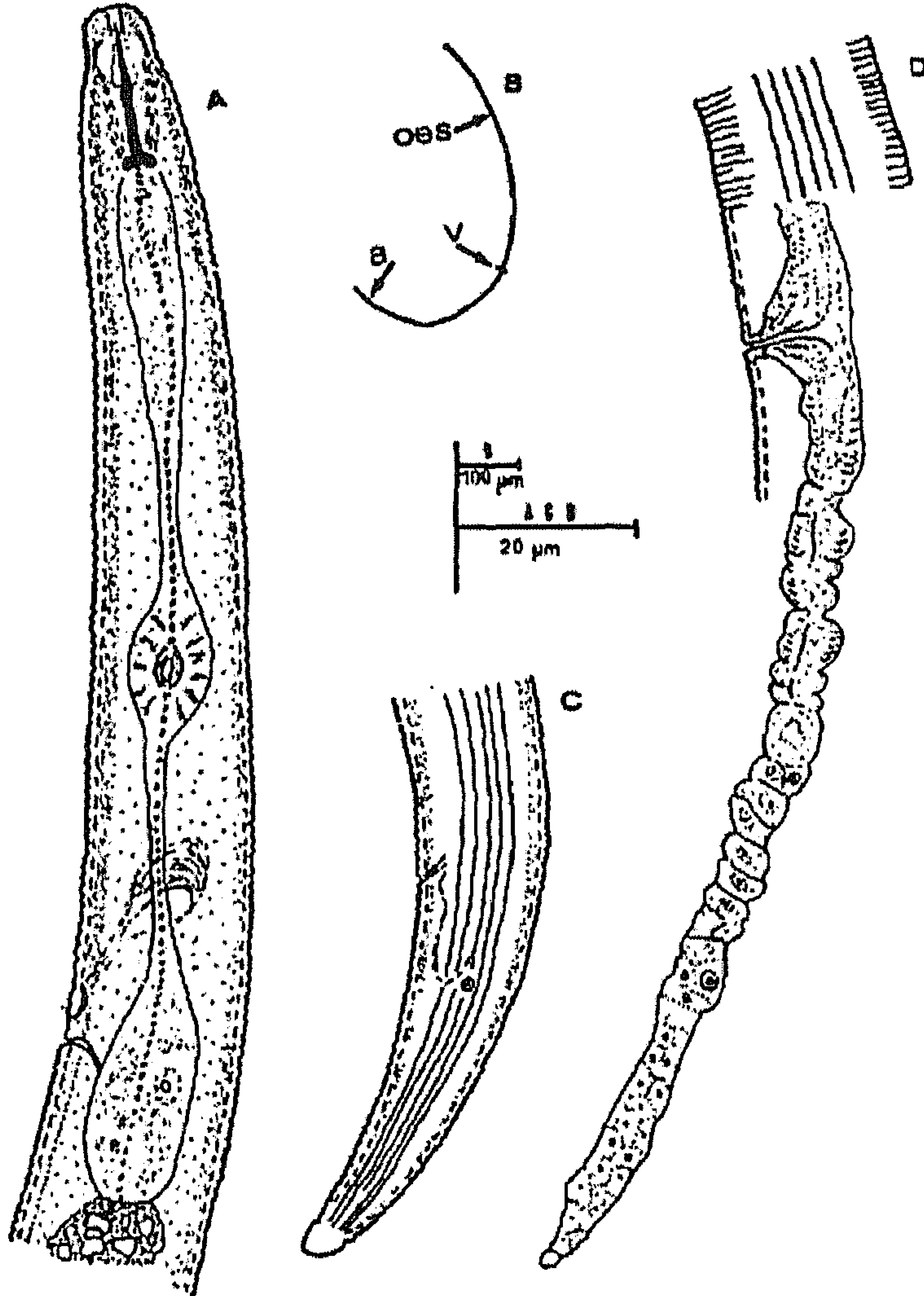


شكل 8.13 : أعراض الإصابة بالنيماتودا *Tylenchorhynchus* على الثيل حيث تظهر بقع متلونة (السهام)

عن : (Khan *et al.*,2008)

نيماتودا Quinisulcius

النيماتودا *Quinisulcius* من نيماتودا التقزم الممرضة للنبات.



شكل 8.14 : نيماتودا *Quinisulcius acti*. A : منطقة المريء للأنثى. B : الشكل عند قتل الدودة بالحرارة. C : ذيل الأنثى. D : القناة التناسلية الأنثوية(oes= صمام المريء-المعي، V= الفرج، a= المخرج)

عن : (Vovlas,1983)

النيماتودا صغيرة الحجم 0.47 – 0.9 ملم شديدة التقوس. الحلقات بارزة، المنطقة الرأسية مفصولة مدورة ودقيقة التحولق. الرمح متوسط القوة. المبايض إثنان ممتدين إلى الخارج. ذيل الأنثى مخروطي مقوس إلى الجهة البطنية والحلقة الطرفية كبيرة ملساء أو مخططة(Wilson,2011) (شكل8.14).

في باكستان درس (Maqbool,1984) النيماتودا الممرضة على محاصيل الحبوب والفواكه في باكستان وبتركيز خاص على النيماتودا Maqbool,1982 *Q. solani*. بين الباحث أن أعداد هذه النيماتودا تزداد عند تلقيحها على نباتات البطاطا والطماطة والباذنجان والحمضيات وقصب السكر وتنخفض على نباتات الفلفل الحار والتبغ والقطن والبصل والفجل والباميا والببايا واللفت. اعلى حجم للآهلات كان على جذور نبات البطاطا بعمق 20 – 25 سم وعلى بعد 20 سم من قاعدة النبات. كما ان التربة الطينية الرملية وبمستوى رطوبي 50 % تكون ملائمة لنمو النيماتودا. استخدام ألديكارب وكاربوفيوران بمعدل 2 كغم / هكتار كانت المعاملة الوحيدة للسيطرة على هذه النيماتودا.

دوْرة حياة نيماتودا التقزم تتم خلال 31 – 38 يوما تحت الظروف الملائمة. للذكور دور مهم في التكاثر. يمكن ان تتضاعف أعداد نيماتودا التقزم إلى 500 ضعفا خلال عدة أشهر(إسماعيل وآخرون،2010).

السيطرة على المرض (**Control**)

1 . الدورة الزراعية.

2 . إضافة المحسنات العضوية إلى التربة.

3 . المكافحة الكيميائية(إسماعيل وآخرون،2010).

النيماتودا الحلزونية *Helicotylenchus*

Spiral Nematode *Helicotylenchus*

اسم الدودة مشتق من الشكل الحلزوني الذي تتخذه بعد موتها. تختلف طبيعة

التطفل بإختلاف العائل النباتي حيث تكون أما خارجية التطفل على الشعيرات الجذرية وخلايا البشرة كما في حالة *Helicotylenchus dihystera* على جذور الذرة، أو شبه داخلية التطفل حيث يخترق ثلث الجسم لنسيج الجذر كما في حالة *H. pseudorobustus* على الذرة والطماطة وفول الصويا. تصيب النيماتودا عددا كبيرا من العوائل النباتية بينما يعتبر الموز العائل الرئيس.

النيماتودا واسعة الانتشار، عالمية. في مصر توجد الأنواع *H. aegyptiensis* و*H. dihystroides* و *H. dihystera* و*H. cavenses* و *H. babikeri* و*H. agricola* و*H. microcephalus* و*H. mangiferensis* و*H. hydrophilus* و*H. erythrinae* و *H. exalus* و *H. pseudorobustus* و*H. multicinctus* و *H. microlobus* وتكون من الأنواع المحددة للإنتاج خصوصا في فول الصويا. في السودان توجد الأنواع *H. abunamin* و*H. conicephalus* و*H. exallus* و*H. aegyptiensis* و *H. dihystera* و*H. digonicus* و*H. varicaudatus* و*H. multicinctus*. في ليبيا توجد النيماتودا *H. dihystera* على الزيتون. في اليمن توجد *Helicotylenchus* spp. في سلطنة عمان توجد النيماتودا *H. multicinctus* و*H. carolinensis*. في السعودية *H. dihystera* على الحمضيات والنخيل والطماطة والبرسيم. وفي سوريا وجدت *H. dihystera* على عدة محاصيل إقتصادية و*H. varicaudatus* على اللوزيات والزيتون. في الأردن وجدت 10 انواع من النيماتودا الحلزوية على محاصيل مختلفة وخضروات وأشجار مثمرة وبرية ونباتات زينة : *H. digonicus* و*H. abunamin* و *H. dihystera* و *H. minzi* و*H. multicinctus* و *H. pseudorobustus* و*H. pteracercus* و*H. trancatus* و*H. tunisiensis* و*H. varicaudatus*. وفي العراق وجدت النيماتودا الحلزونية *H. dihystera* على قصب السكر و *H. pseudorobustus* على العنب.

يمكن أن توجد هذه النيماتودا بأعداد كبيرة على جذور النباتات دون تسبيب أضرار مهمة في أغلب الأحيان. وقد تسبب اعراض خفيفة كضعف النمو والذبول أثناء النهار ويمكن ان تسبب اضرار مهمة بخفض المحصول خصوصا في الموز والذرة وقصب السكر في المناطق الإستوائية وشبه الإستوائية(إسماعيل وآخرون،2010).

المـمــــرض (**Pathogen**): *Helicotylenchus* spp. تتبـــع تحـــت عائلــــة

Hoplolaiminae، عائلة *Hoplolaimidae*، تحت رتبة *Tylenchina*، رتبة *Rhabditida*، طائفة *Chromadorea*.

جسم الأنثى دودي، لولبي إلى مستقيم. المنطقة الشفوية مستمرة إلى مميزة، مدورة أو مسطحة في المقدمة وعموما تكون محلقة لكنها ليست مخططة طوليا. الذيل 1 إلى 2.5 مرة بقدر قطر الجسم وهو يكون مقوس نحو الظهر. تحتوي على مبيض واحد. الذكور نادرة ما يشير إلى حصول التكاثر العذري.

النيماتودا *Helicotylenchus dihystera*

تصيب قصب السكر والرز والبطاطا وفستق الحقل والدخن والذرة والذرة البيضاء والموز وأشجار الغابات.

الأنثى بطول 0.61 – 0.68 بمعدل 0.67. الجسم لولبي الخطوط واضحة. المنطقة الشفوية شبه كروية ذات 4 أو 5 حلقات. المبايض مزدوجة ممتدة إلى الخارج. الذيل مخروطي مقوس إلى الظهر.

الذكور مشابهة إلى الإناث عدا كونها غير لولبية وهي نادرة جدا وليست ضرورية للتناسل (شكل8.15).

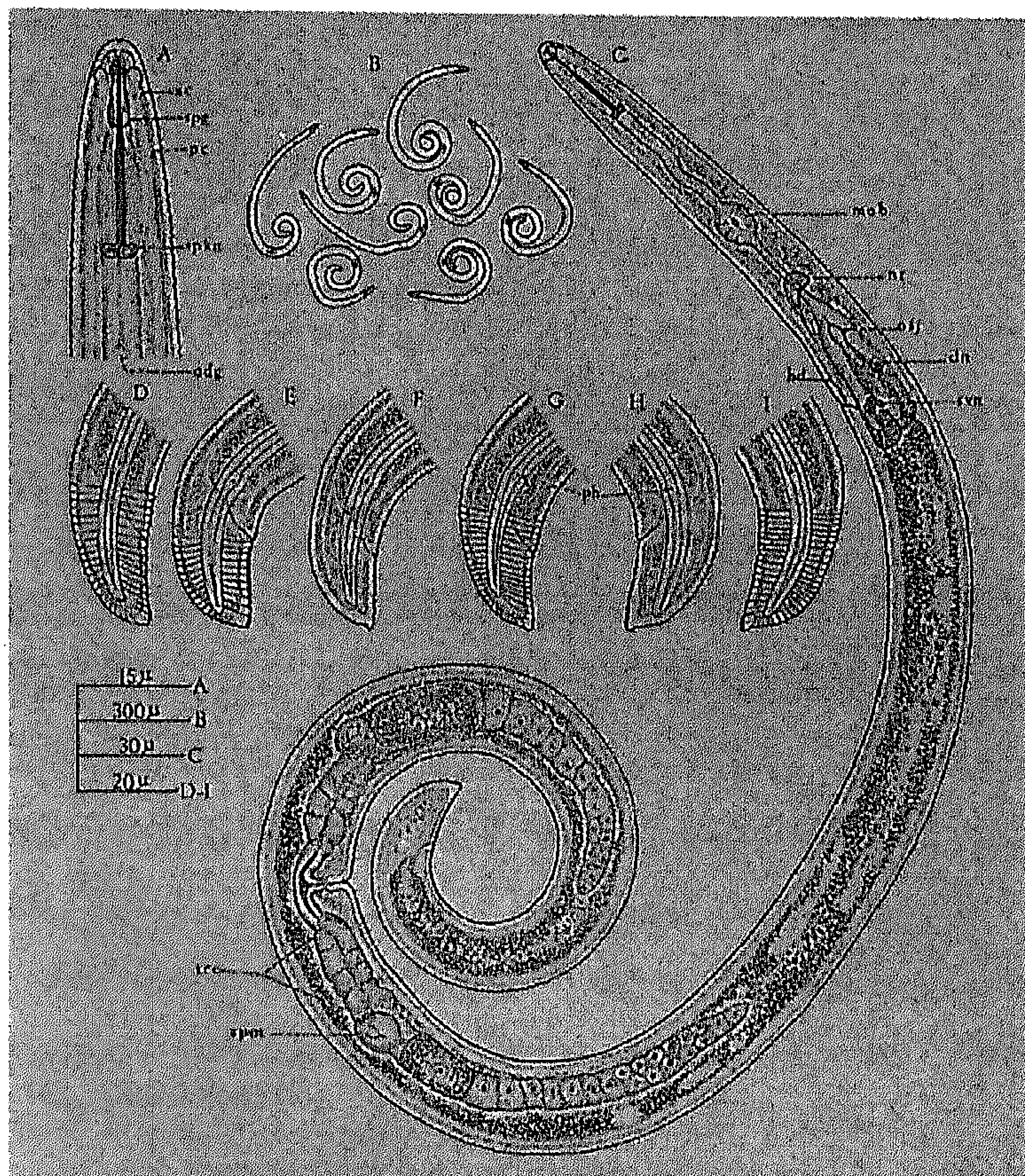
الأعراض (**Symptoms**)

تتغذى هذه النيماتودا خارجيا أو شبه داخليا على خلايا قشرة الجذر وتكوّن آهلات كبيرة. تسبب النيماتودا قروح بنية صغيرة على جذور فول الصويا نتيجة التغذي على 5 – 6 خلايا حول الرأس. جدران الخلايا المصابة والمجاورة تكون اللكنين لكنها لا تكوّن خلايا عملاقة. لوحظ دخول النيماتودا كليا في أطراف جذور بعض الأنواع أو دخول الراس في أنواع أخرى.

تسبب النيماتودا إختزال نمو الجذور والنموات الهوائية وقد سجل تخفيض في نمو شتلات الزيتون في مصر يصل إلى 78 % في تفشي النيماتودا بتركيز 1000 فرد /

النبات(Ferris,2011b).

تتكاثر هذه النيماتودا بطريقة عذرية. الإنسلاخ الأول يحصل في البيضة يتبع بثلاث إنسلاخات يتطور خلالها الجهاز التناسلي.

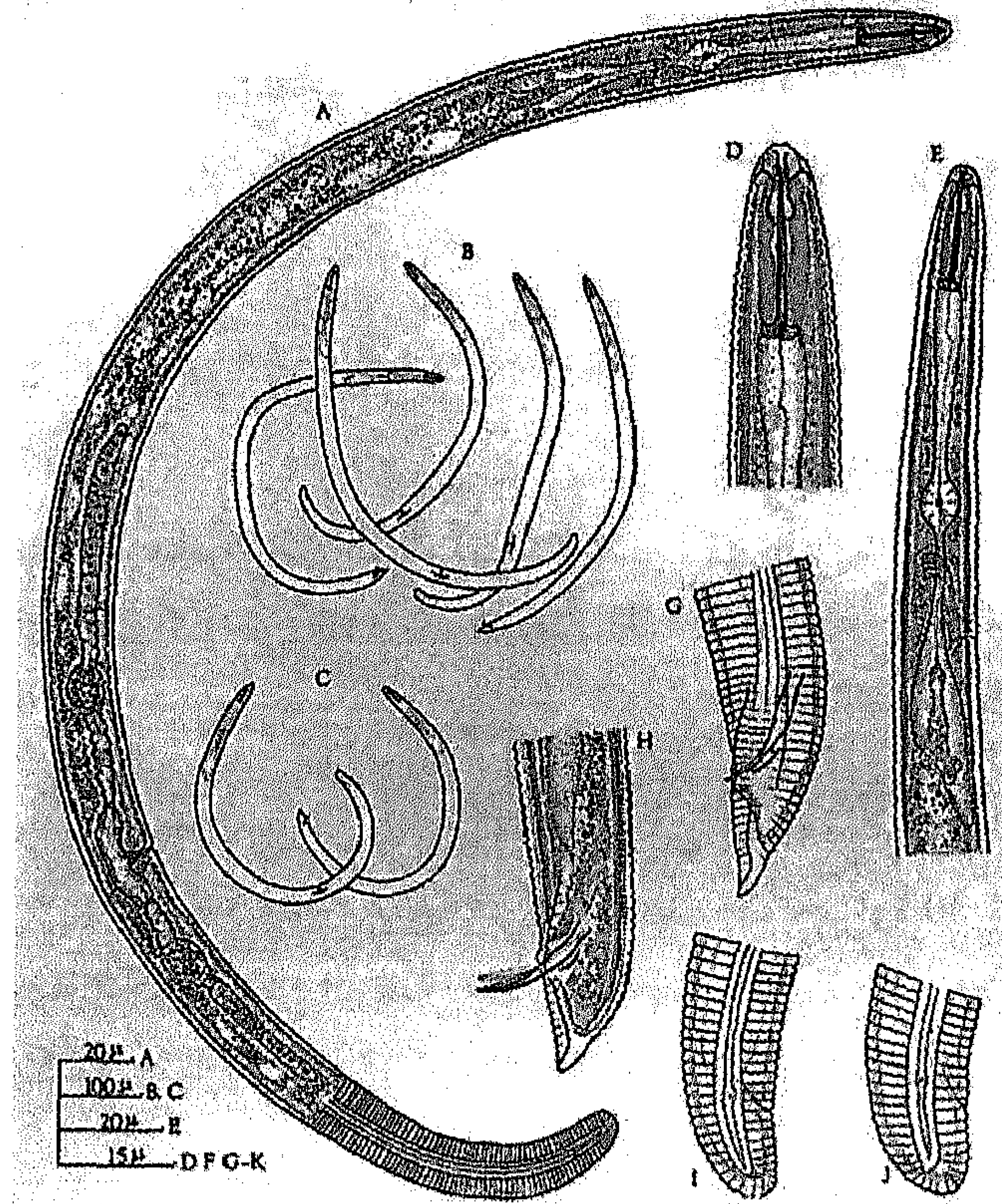


شكل 8.15 : النيماتودا Helicotylenchus ***dihystera***

عن : (Ferris,2011b)

تتمكن النيماتودا *H. dihystera* من البقاء في التربة داخل الأكياس البلاستيكية

لمدة 6 اشهر في درجة حرارة الغرفة أو في الثلاجة بدرجة حرارة 1.1 – 1.4 مْ. في الحقل تتمكن النيماتودا من العيش في ظروف قلة الرطوبة.



شكل 8.16 : النيماتودا *Helicotylenchus multicinctus*. A وB وC = الوضع الحلزوني للبالغات. G وH = ذيل الذكر، I وJ = ذيل الأنثى

عن : (Ferris,2011a)

النيماتودا *Helicotylenchus multicinctus* (شكل8.16) عالمية الانتشار وهي آفة مهمة على الموز في فلسطين المحتلة وساحل العاج وجنوب أفريقيا حيث تصيب

الأناناس أيضا. وتصيب هذه النيماتودا اشجار الكاكاو وشجيرات البن والشاي وقصب السكر والذرة.

التغذية خارجية وشبه داخلية على خلايا القشرة الخارجية. لوحظ دخول بعض البالغات في الجذر بعد 36 ساعة من التغذي وبعد 4 أيام، تنطمر كلية في قشرة الجذر بعمق 4 – 6 خلايا. الخلايا المحيطة برأس النيماتودا تتشوه وتتمزق جدرانها ويتقلص السايتوبلازم وتتوسع النوى. كما أن هذه الخلايا وتلك التي تحتوي على البيوض تتلون وتصبح منخورة.

تنتقل النيماتودا إلى حقول الموز الجديدة عن طريق زراعة الكورمات الملوثة من حقول مصابة.

تتمكن هذه النيماتودا من البقاء لمدة 4 أشهر في التربة بغياب النبات العائل لكنها حساسة للجفاف أكثر من النوع *H. dihystera*.

تكمل دورة الحياة في الجذور حيث أن جميع مراحل نمو النيماتودا توجد فيها. تضع الإناث البيض في مجاميع من 8 إلى 26 بيضة في أنسجة القشرة المتلونة. يفقس البيض بعد 48 – 51 ساعة من وضعه في الماء بدرجة حرارة 30 مْ. أول إنسلاخ يحصل سريعا بعد الخروج من البيضة. يتطور الجهاز التناسلي في الأنثى في الطور اليرقي الثالث ويكتمل فيها وفي الذكور خلال الطور اليرقي الرابع(Ferris,2011a).

النيماتودا الكلوية *Rotylenchulus spp.*

Reniform nematode *Rotylenchulus spp.*

تنتشر النيماتودا الكلوية في المناطق الإستوائية وشبه الإستوائية وفي المناطق الحارة في أمريكا الجنوبية وو الشمالية وبحر الكاريبي وأفريقيا وجنوب أوربا والشرق الأوسط وآسيا وأستراليا والمحيط الهادئ. شخصت أولا على القطن في جورجيا

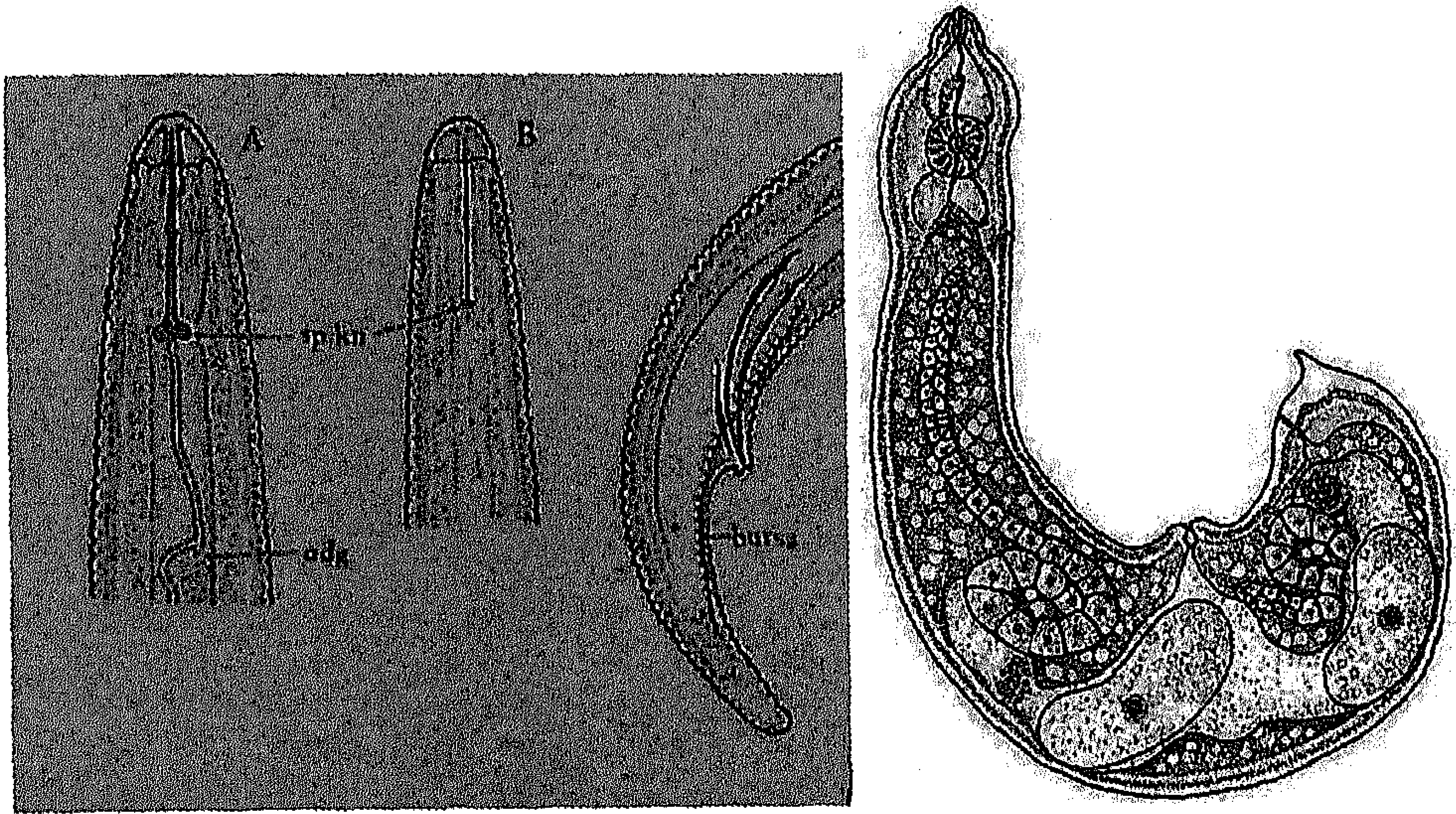
وعلى الطماطة في ولاية فلوريدا الأمريكية. للمنيماتودا الكلوية طيف واسع من النباتات العائلة تزيد عن 314 نوعا تشمل القطن واللوبيا وفول الصويا والأناناس والشاي وأنواع مختلفة من الخضروات والبطيخ *Cucumis melo* والموز الجزر والبطاطا. كما تصيب أنواع مختلفة من نباتات الزينة تزيد عن 40 نوعا والأدغال والأشجار الإستوائية. ووجدت هذه النيماتودا على أشجار التين والرمان و النخيل وعلى البرسيم في المملكة العربية السعودية وعلى العنب في ليبيا وقصب السكر في السودان. يمكن أن تسبب النيماتودا خسائر مهمة في الإنتاج تتراوح بين 10 % على الفاصوليا والكوسة و9 – 40 % على القطن. كما أنها تمثل نواقل حية للفطريات الممرضة مثل فطريات الذبول *Fusarium* و*Verticillium*(Wang,2007 ; Torres *et al.*,2005 ; Inserra *et al.*,1999 ; عثمان وآخرون،2010).

هذه النيماتودا شبه داخلية التغذي حيث تكون مطمورة جزئيا في الجذور. تخترق الإناث قشرة الجذر وتؤمن موقع تغذي في الإسطوانية الوعائية وتصبح ساكنة. تبقى مقدمة النيماتودا مغروزة في الجذر بينما مؤخرتها أو المنطقة الذيلية تكون خارج الجذر وتنتفخ خلال النضوج. من هنا اشتق اسم النيماتودا كونها تكون كلوية الشكل عند النضوج(Wang,2007).

الممرض (**Pathogen**) : *Rotylenchulus spp.*

يضم جنس *Rotylenchulus* 10 أنواع أهمها *Rotylenchulus reniformis*.

يتراوح طول النيماتودا بين 0.34 و0.42 ملم للأطوار اليرقية والذكور و0.38 إلى 0.52 ملم للإناث. تتخذ النيماتودا شكل حرف C عند قتلها بالحرارة. المنطقة الشفوية غير منفصلة والرأس واضح. الرمح طوله 16 إلى 21 مك متوسط القوة ذو عقدة مدورة. ذيل الأنثى أكبر من ضعف قطر منطقة المخرج. رمح الذكور ضعيف(Wang,2007) (شكل 8.17 و8.18).



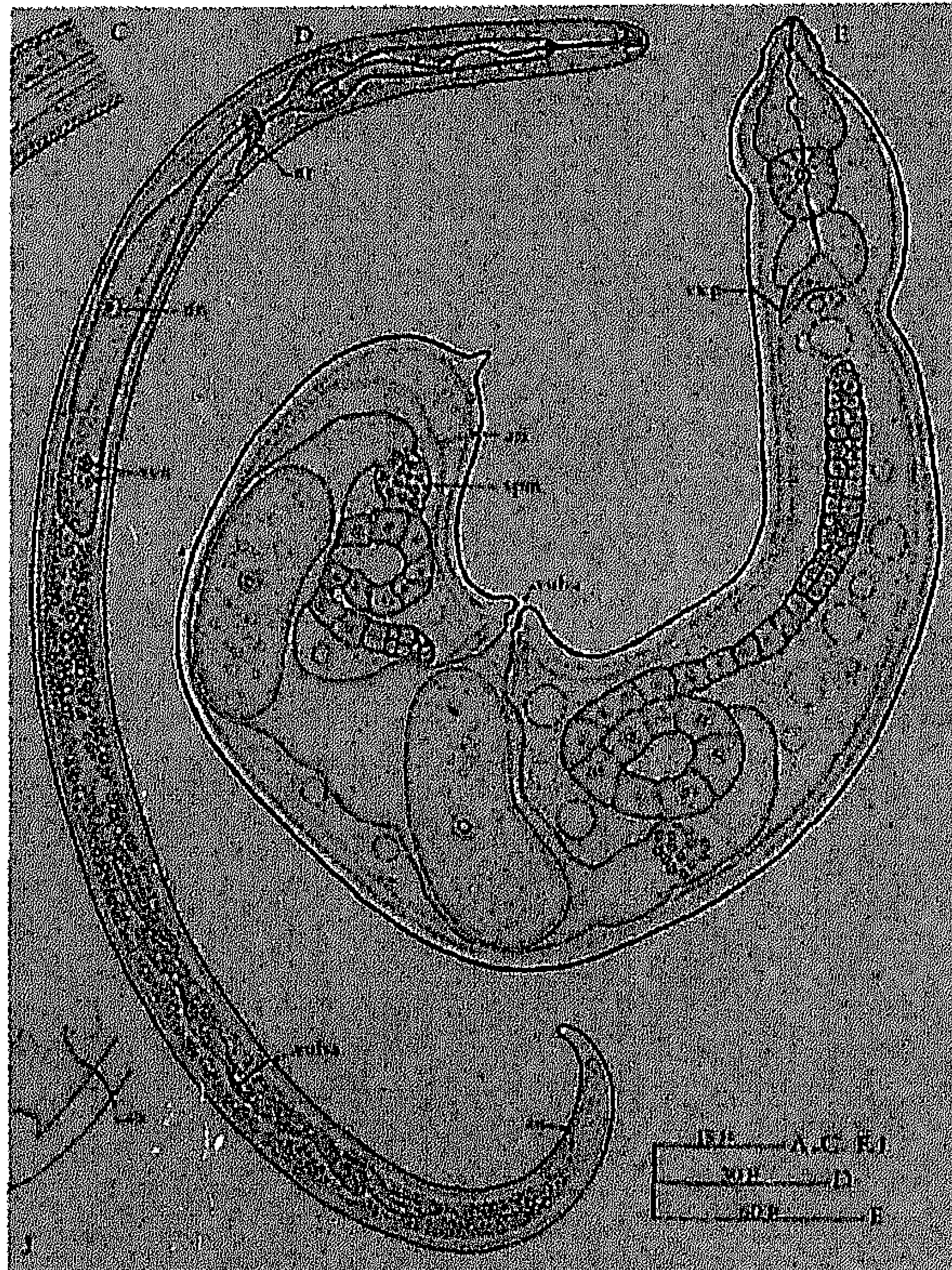
شكل 8.17 : أنثى النيماتودا *Rotylenchulus reniformis*(يمين) والجزء المامي للأنثى والذكر وذيل الأنثى(يسار)
عن : (Ferris,2011c)

الأعراض (Symptoms)

تعتمد أعراض الإصابة بالنيماتودا الكلوية *R. reniformis* على نوع النبات العائل أو صنفه وعلى كثافة آهلة النيماتودا. الأعراض العامة تشمل إختزال المجموع الجذري وإصفرار الأوراق وتقزم النبات وإنخفاض الإنتاج وعمر النبات. يمكن مشاهدة إناث النيماتودا وبيوضها عند فحص الجذور تحت مجهر التشريح(الشكل 8.19 و8.20). إن عدد صغير من النيماتودا / سم^3 تربة تحدث أضرار إقتصادية على العديد من المحاصيل(Wang,2007).

تتكون الخلايا الحاضنة قرب الدائرة المحيطية حيث تكون بحدود 100 إلى 200 / الأنثى في جذر فول الصويا. يتم تحفيز الخلايا الحاضنة نتيجة تغذي النيماتودا ما

يسبب تضخم خلايا الدائرة المحيطية والبشرة الداخلية، تزداد كثافة السايتوبلازم دون انقسام النوى وتتوسع النويات ثم تنهار جدران الخلايا لتشكيل المجمع الخلوي (Syncytium). المجمع الخلوي يكون بعمق خليتين ويمتد على حوالي نصف محيط الجذر في فول الصويا(Ferris,2011c).

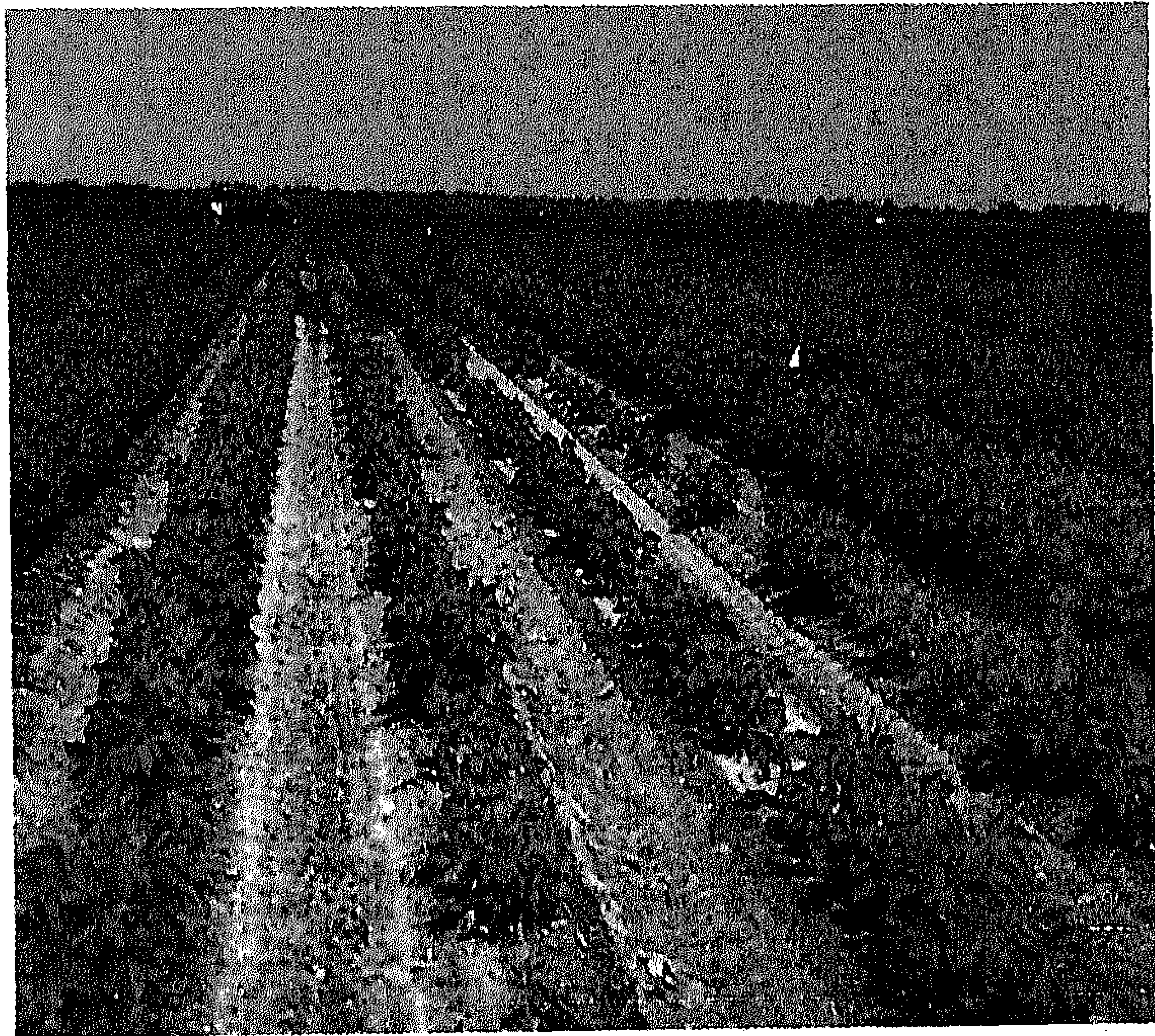


شكل 8.18: الأنثى الناضجة وغير الناضجة للنيماتودا *Rotylenchulus reniformis*

عن : (Ferris,2011c)

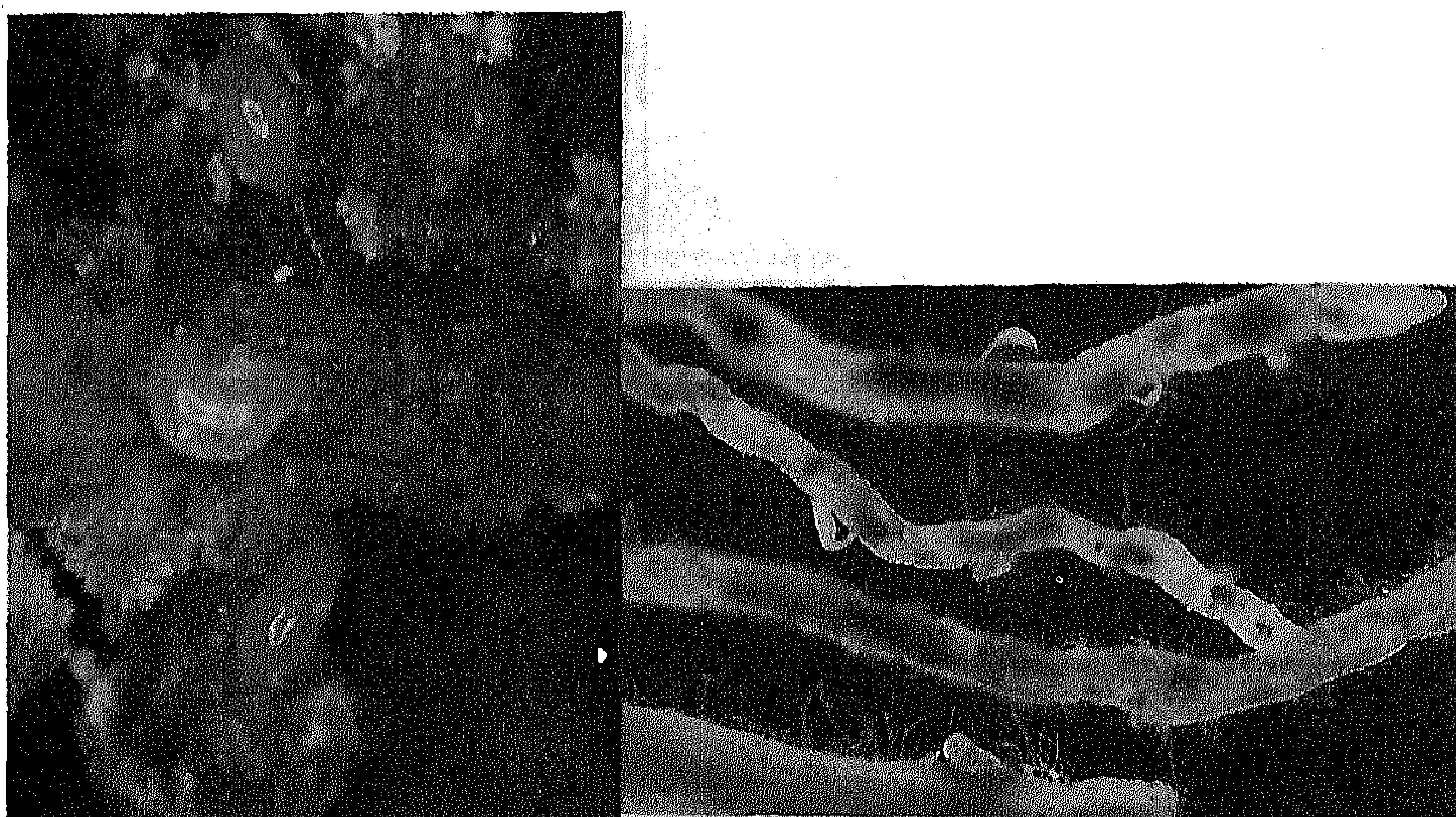
دورة حياة النيماتودا : يفقس البيض بعد إسبوع إلى إسبوعين من وضعه. إنسلاخ الطور اليرقي الأول يحصل داخل البيضة حيث يتحول إلى الطور اليرقي الثاني

الذي يخرج من البيضة. الطور المعدي ينضج بعد إسبوع إلى إسبوعين من الفقس. بعد اختراقها للجذر، تنضج الإناث خلال إثنين أو أكثر من الأسابيع. تبقى الذكور خارج الجذر وتتمكن من التلقيح قبل نضج الجهاز التناسلي الأنثوي وتختزن الحيامن في الحافظة المنوية. وبعد نضج الجهاز التناسلي الأنثوي يتم تلقيح البيوض بالحيامن. تطرح البيوض في مادة جيلاتينية حيث تكون أعدادها بين 600 إلى 2000 بيضة(شكل8.20). عدد الذكور مساو عادة لعدد الإناث في الآهلة. وبعض آهلات النيماتودا الكلوية تتكاثر عذريا. طول دورة الحياة تتراوح بين 3 إلى 4 أسابيع إعتمادا على درجة حرارة التربة. يمكن لهذه النيماتودا البقاء في التربة الجافة لمدة سنتين على الأقل بغياب النباتات العائلة. مع ضرورة وجود غشاء مائي من أجل تحرك النيماتودا، فإن زيادة ماء التربة يؤدي إلى نقص الأوكسجين ما يجعل من غمر التربة أحد الوسائل المستخدمة في المكافحة. كما أن إنخفاض الماء كثيرا في التربة يقتل النيماتودا إلا إذا تم ذلك ببطيء.



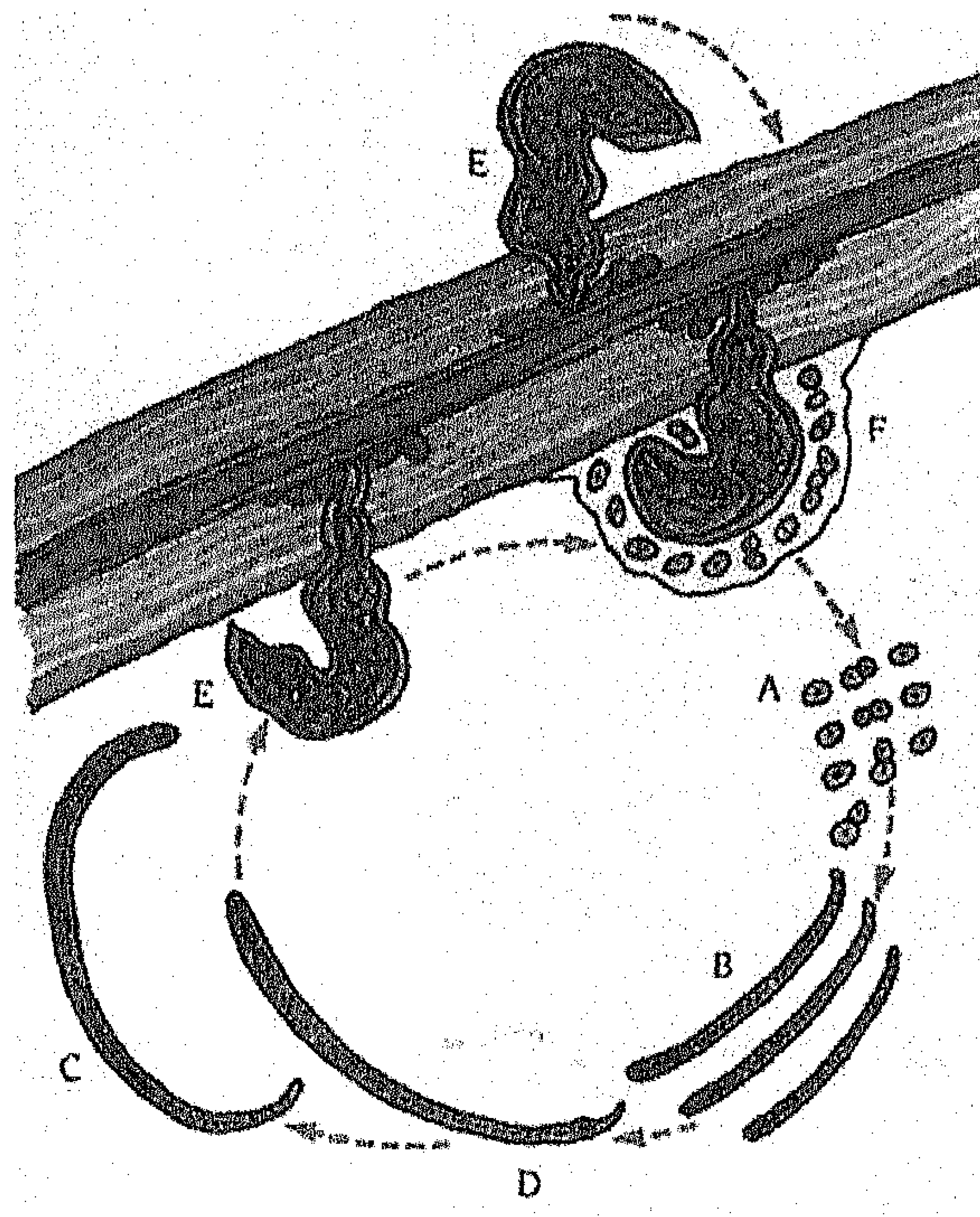
شكل 8.19 : الأعراض الحقلية للإصابة بالنيماتودا *Rotylenchulus reniformis* تظهر تقزم النباتات

عن : (Ferris,2011c)



شكل 8.20 : إناث وبيوض النيماتودا *Rotylenchulus reniformis* على جذر القطن(يسار) والقروح النخرية على جذور المصابة بالنيماتودا(يمين) عن : (Ferris,2011c)

هذه الحالة تمكن النيماتودا من دخول مرحلة الحياة غير المعتمدة على الماء (Anhydrobiosis) حيث تستعيد حيويتها مع إستعادة رطوبة التربة. درجة الحرارة اقل تاثيرا من الرطوبة بينما سجلت درجات حرارة ملائمة بين 25 – 34 مْ حيث يمكن الحصول على الإناث والبيض بعد 13 – 14 يوما. تجفيف التربة في الهواء بدرجة حرارة 25 مْ أو خفض درجة الحرارة إلى 4 مْ أدى إلى موت جميع أفراد الآهلة بعد 6 أشهر. تتركز آهلات النيماتودا *R. reniformis* في عمق 15 سم الأولى من سطح التربة لكن بعض النيماتودا يمكن أن تابع الجذور إلى عمق 30 إلى 150 سم أو اكثر. الحركة الذاتية للنيماتودا بطيئة فهي لا تتعدى 1 م في موسم النمو وهي تكون اسرع عندما تبطن قنوات التربة بغشاء مائي بسمك بضع مكرومترات وليس عندما تغدق التربة. الإنتقال السريع للنيماتودا يتم بواسطة عمليات نقل التربة الملوثة بواسطة الأدوات والمكائن الزراعية وعمليات الري والبزل والعواصف الترابية والشتلات(Wang,2007) (شكل8.21).



شكل 8.21 : دورة حياة النيماتودا *Rotylenchulus reniformis*. A = البيض ، B– D الأطوار اليرقية، E = الأنثى تخترق الجذر وتتغذى، F = الإنثى الناضجة تضع البيض في كتلة هلامية

عن : (Ferris,2011c)

السيطرة على المرض (**Control**)

1 . زراعة الأصناف المقاومة

تتوفر أصناف عالية المقاومة من فول الصويا مثل Peking وDyer وCuster وPickett وكذلك بعض اصناف الطماطة.

2 . الدورة الزراعية

الدورة الزراعية بنباتات غير عائلة مثل الخردل *Brassica nigra* والشوفان

والبصل وقصب السكر. كما أن الدورة الزراعية بالذرة والذرة البيضاء مع القطن أظهر نتائج جيد. كذلك الدورة الزراعية بالرقي *Citrullus lanatus* صنف Sugar Baby مع البطيخ الحساس(Wang,2007 ; Torres *et al.*,2005).

3 . تشميس التربة

أظهرت هذه الطريقة تحت ظروف شبه حقلية انها مكافئة للتبوير في تخفيض اعداد النيماتودا الكلوية على القطن(عثمان وآخرون،2010).

4 . المكافحة الحيوية

أظهرت رواشح مزارع الفطريات *Trichoderma harzianum* و*T. hamatum* و*T. koningii* فعالية تضادية مهمة تجاه النيماتودا الكلوية ونيماتودا تعقد الجذور على الباذنجان تحت ظروف المختبر والبيت الزجاجي. وأظهر سم أوكراتوكسين المنتج من الفطر Aspergillus ochraeous تأثيرا مثبطا للنيمتودا الكلوية. كما اظهرت البكتريا Bacillus thurinogenesis وB. subtilis تاثيرات تضادية(عثمان وآخرون،2010). مع ذلك لا يتوفر بعد عامل مكافحة حيوية فعال ضد هذه النيماتودا.

5 . المكافحة الكيميائية

استخدام المبيدات النيماتودية خصوصا الجهازية مثل الفايديت والتيراكيور والنيماكيور والفيورودان والألديكاب يعطي نتائج فعالة(عثمان وآخرون،2010).

أمراض نيماتودا تقصف الجذور Paratrichodorus وTrichodorus

Stubby-Root Nematodes

Paratrichodorus and Trichodorus

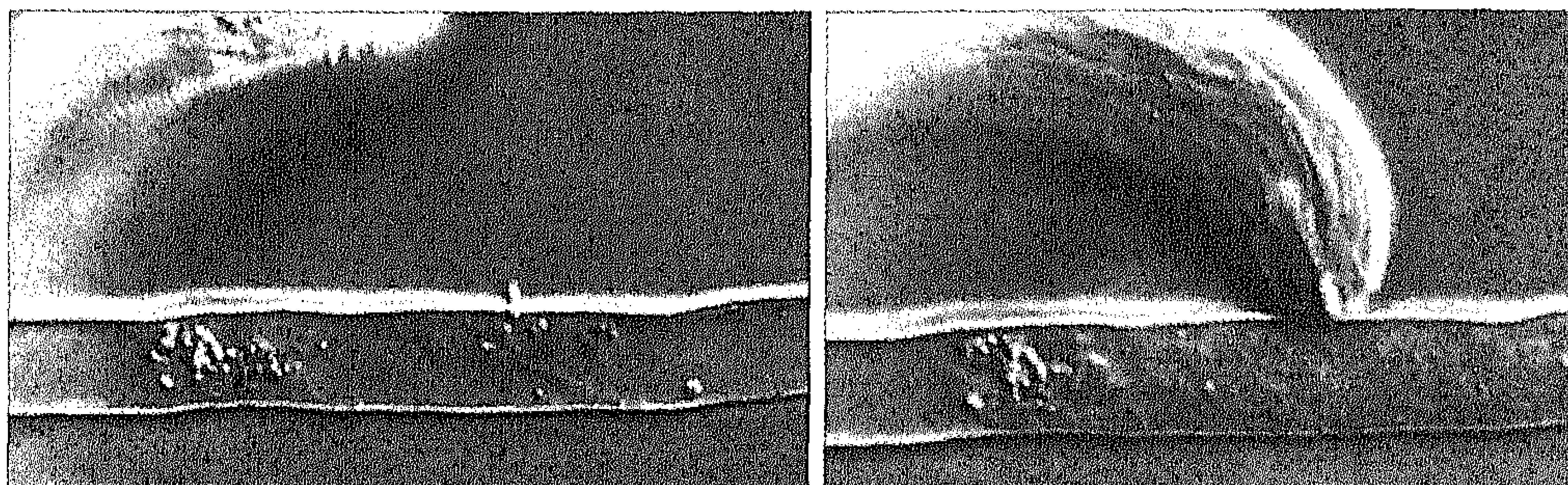
تعود هذه النيماتودا إلى طائفة *Enoplea*، رتبة *Trichodoridae*، عائلة

Trichodoridae وتسبب امراض تقصف الجذور على العديد من النباتات كالقمح والذرة والرز والبطاطا والطماطة والبصل والقطن وقصب السكر والجت والثيل كحشيشة برمودا *Cynodon dactylon* وهجن *Cynodon* وحشيشة القديس اوغسطين *Stenotaphrum secundatum* و *Poa annua* و *Lolium multiflorum* و *L. perenne* و *Agrostis palustris* والعديد من الأدغال.

تنتشر النيماتودا *Paratrichodorus minor* على نطاق العالم بينما يقتصر انتشار النيماتودا *Trichodorus obtusus* على الولايات المتحدة. ونظرا لتحديد حجم الجذر وإصفرار وذبول الأجزاء الهوائية أو موت النبات تسبب هذه النيماتودا خسائر في إنتاج النباتات المصابة.

الممرض (**Pathogen**): تسبب النيماتودا *Trichodorus obtusus* و *Paratrichodorus minor* مرض تقصف الجذور على النباتات العائلة من خلال التغذي على الخلايا المرستيمية لقمة الجذر مما يؤدي إلى إيقاف توليد الخلايا وهذا يؤدي إلى تحفيز توسع الخلايا الموجودة اصلا والتي تقود إلى تشوه الجذر ونمو الجذور الجانبية . إن الإستمرار في مهاجمة القمم النامية للجذور الجانبية يحجم الجذر ويؤدي إلى تغلظه. الجذر المتأثر يصبح قليل القدرة على الإمتصاص(Crow,2005 ; Agrios,1997).

تتغذى نيماتودا تقصف الجذور بطريقة التطفل الخارجي من خلال الطعن المتكرر السريع (10 طعنات / ثانية) على خلايا البشرة قرب القمة النامية دون ان تخترق الجذر. عند اختراق خلية البشرة بواسطة الرمح تفرز مواد تؤدي إلى تجمع السايتوبلازم الذي يهضم ويشفط من قبل الرمح ثم ينتقل إلى خلية اخرى وهكذا (شكل8.22). أما حسب (Agrios,1997) فإن الأذى الميكانيكي الناتج عن تغذية اليرقات والبالغات بحد ذاته لا يفسر التغيرات التي تطرأ على الجذور والأجزاء الهوائية ويشير إلى إحتمال إفراز النيماتودا لعوامل مثبطة أو مشجعة للنمو تسبب هذه التغيرات.



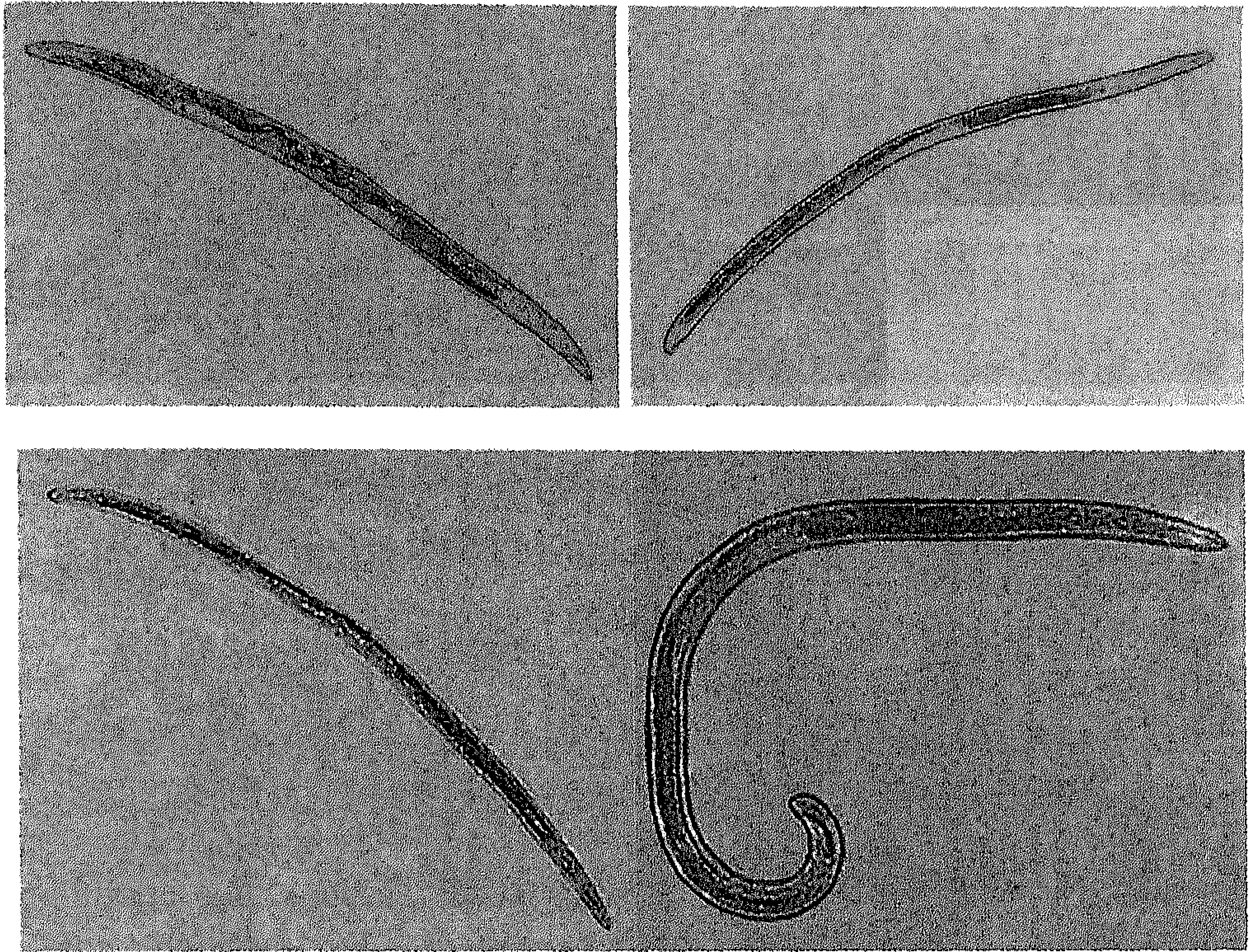
شكل 8.22 : تغذي نيماتودا تقصف الجذور على شعيرة جذرية(يمين) وتترك النيماتودا الشعيرة الجذرية شبه فارغة من محتوياتها بعد اكمال تغذيها(يسار)
عن : (Crow,2005)

تتميز نيماتودا تقصف الجذور بإمتلاكها رمحا اظفري الشكل (Onchiostyle) وجسمها يشبه السيكار (غليظ نوعا ما). النيماتودا *Trichodorus obtusus* تكون أكبر من *Paratrichodorus minor*. أنثى الأخيرة يبلغ طولها 0.5 ملم بينما الأولى تبلغ 1.1 – 1.5 ملم (شكل8.23).

يمكن عزل هذه النيماتودا من التربة افضل من عزلها من الجذور بطريقة التعويم- الطرد المركزي أو قمع بيرمان أو الطرق الأخرى(Crow,2005).

الأعراض (Symptoms)

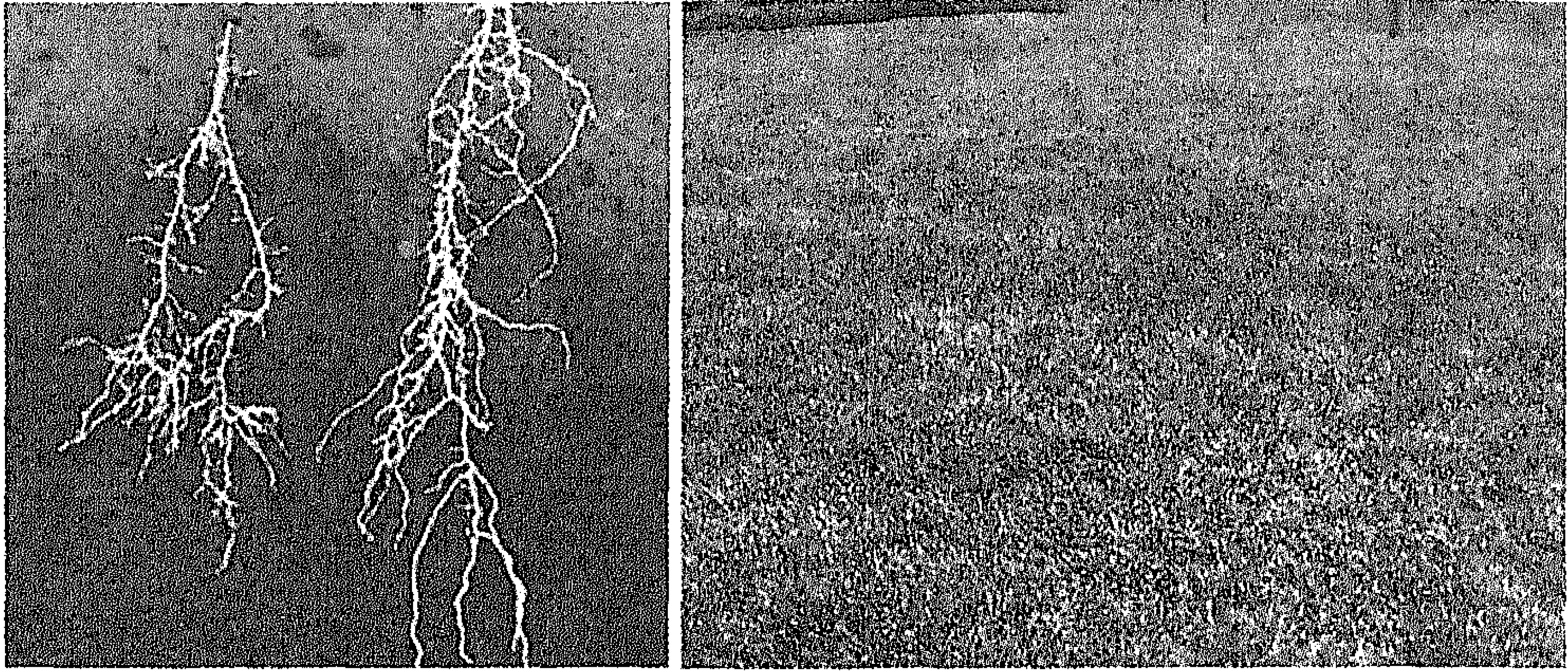
الأعراض الظاهرة على الثيل تتمثل بوجود بقع غير منتظمة من النباتات المصفرة والذابلة والمتدهورة. تترافق هذه الأعراض عادة مع نمو كثيف للأدغال. كما يصبح الثيل عرضة للموت بسبب ظروف الجفاف. أما الأعراض تحت الأرضية فتتمثل بتشوه أو تغلظ وإسوداد المجموع الجذري (شكل248. و8.25). هذه الأعراض يمكن أن تتشابه مع أعراض النيماتودا الواخزة *Belonolaimus longicaudatus* المتغذية على الجذور(Crow,2005).



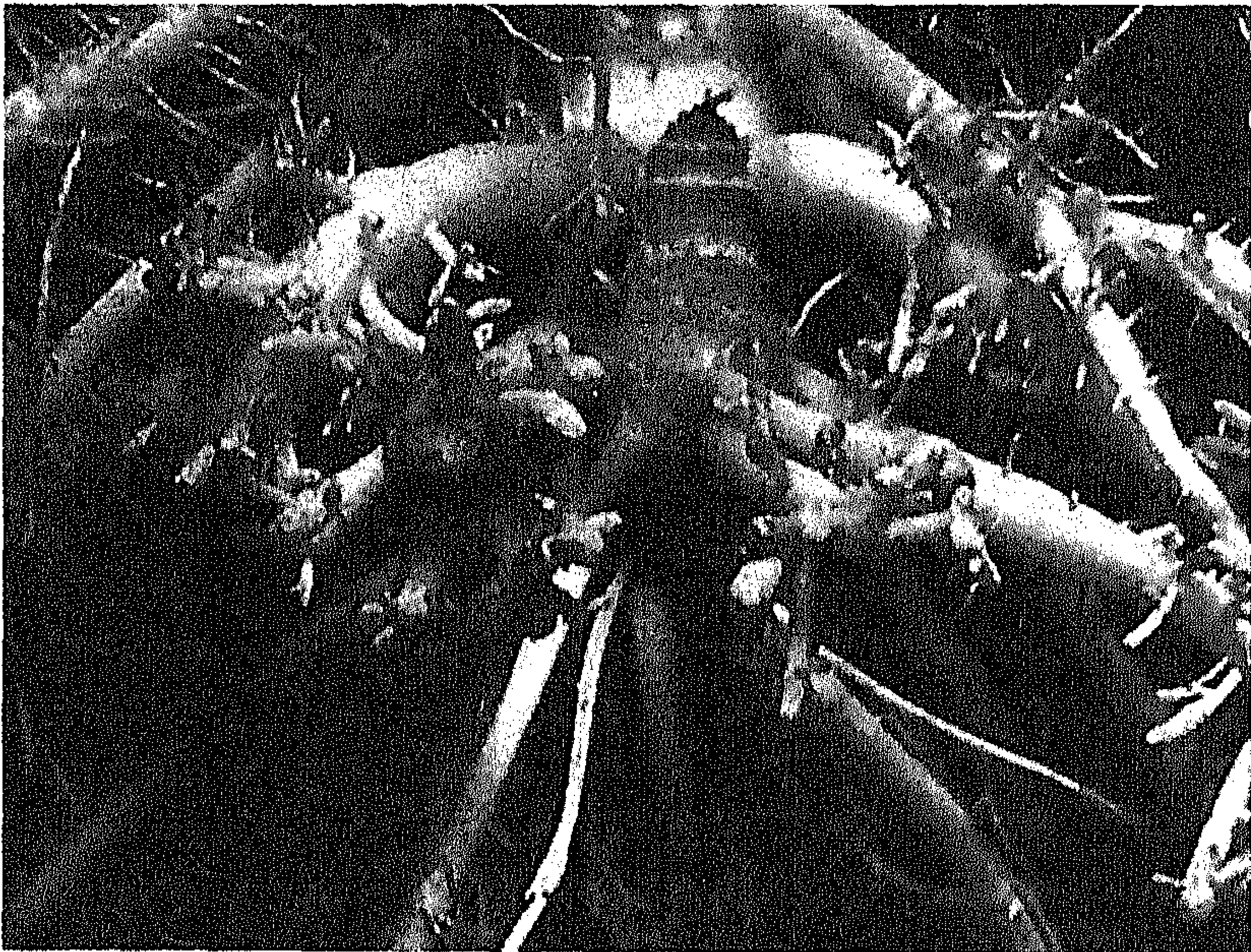
شكل**8.23** : ذكر النيماتودا P. minor إلى اليمين والأنثى إلى اليسار(اعلى) وذكر .T. *obtusus* إلى اليمين والأنثى إلى اليسار(أسفل)
عن : (Crow,2005)

على البنجر السكري تسبب النيماتودا *P. minor* تقزما شديدا للجذر وتثبط تكوين الجذور المغذية على البادرات النامية في الأصص كما أن تناقص حجم الجذور الوتدية يتناسب مع كثافة النيماتودا.

في تجارب على القطن سببت الإصابة بهذه النيماتودا إختزال في المجموع الجذري والنموات فوق الأرضية مع غياب نخر الجذور مما يشير إلى إحتمال حصول تطفل متوازن(Ferris, 2005f).



شكل 8.24 : أعراض ذبول ثيل القديس أوغسطين *Stenotaphrum secundatum* نتيجة الإصابة الشديدة بنيماتودا *Trichodorus obtusus*(يمين) والأعراض على الجذر حيث يظهر التغلظ والإسمرار مقارنة بالجذر السليم الأبيض اللون(يسار)
عن : (Crow,2005)



شكل 8.25 : جذور الذرة المصابة بنيماتودا تقصف الجذور
عن : (Crow,2005)

تطور المرض (Development of Disease)

تضع انثى هذه النيماتودا بيوضها في التربة حيث تفقس وتكون الأطوار اليرقية ومن ثم البالغات حيث تكمل دورة حياتها خلال 20 يوما. تكوّن النيماتودا *P. minor* آهلات كبيرة خلال فترة

قصيرة حول جذور النبات العائل لكنها تنخفض ايضا عند غياب العائل أو قدمه وعدم قدرته على تكوين أطراف الجذور. توجد اطوار الممرض المختلفة في التربة خلال السنة لكن يبدو ان يرقات الطور الرابع والبيوض هي الأكثر مقاومة.

تقوم نيماتودا تقصف الجذور بنقل بعض الفايروسات مثل فايروس *Tobacco rattle virus* المسببة لمرض التبقع الحلقي الفليني على البطاطا وفايروس الإسمرار المبكر للبزاليا (*Pea early browning virus*)(Agrios,1997; Mojtahedi *et al*.,2003).

السيطرة على المرض (Control)

1 . المعاملة بمبيدات النيماتودا.

2 . التسميد النتروجيني والعضوي وبعض المستخلصات النباتية يمكن أن تثبط وجود النيماتودا.

الفصل التاسع Chapter 9

أمراض نيماتودا الساق والأبصال *Ditylenchus*

Stem and Bulb Nematode *Ditylenchus*

الممرض (Pathogen) : نيماتودا الساق والأبصال المتمثلة بالجنس *Ditylenchus* عالمية الانتشار خصوصا في المناطق المعتدلة.

يضم الجنس النيماتودا *D. dipsaci* الذي يضم بدوره حوالي 20 ضربا متشابهة مظهريا تصيب اكثر من 1200 من النباتات المزروعة والبرية. في العراق تهاجم النيماتودا *D. dipsaci* محاصيل الجت ونباتات القرنفل والكلاديولس مسببة خسائر مهمة(Maqbool & Kerry, 1997).

سنة 1945 تم وصف النوع *D. destructor* الذي يصيب البطاطا وبعض الأنواع الأخرى. ضرب الشوفان يصيب محاصيل الحبوب بما فيها الشوفان والجاودار والذرة وغيرها. ضرب الجت يصيب الجت والبرسيم وبعض النباتات البقولية والأدغال. ضرب الأبصال يصيب معظم النباتات البصلية بضمنها البصل والثوم إضافة إلى الجزر والبزاليا والبطاطا والشليك والبنجر السكري والتفاح والخوخ والأدغال. وجد المرض في العراق سنة 1989 حيث سبب إصابات واسعة على الجت ومشاتل القرنفل والكلاديولس(Stephan,1997). وسجل النيمتودا *Ditylenchus sp. juveniles* في تربة منطقة جذور نخيل التمر في سلطنة عمان(Mani *et al.*,2005).

إن هذه النيماتودا خاضعة لإجراءات الحجر الزراعي.

Ditylenchus sp. juveniles

الأعراض (Symptoms)

على الجت *Medicago sativa* تحصل الإصابة بسهولة في الترب الثقيلة خلال أوقات الأمطار الغزيرة وفي الحقول المروية بالرش. تظهر النباتات المصابة بنيماتودا *Ditylenchus dipsaci* متقزمة قصيرة السلاميات ومنتفخة العقد مع عدد قليل من الأوراق المشابهة " لأذن الفأر " (شكل9.1يمين) .



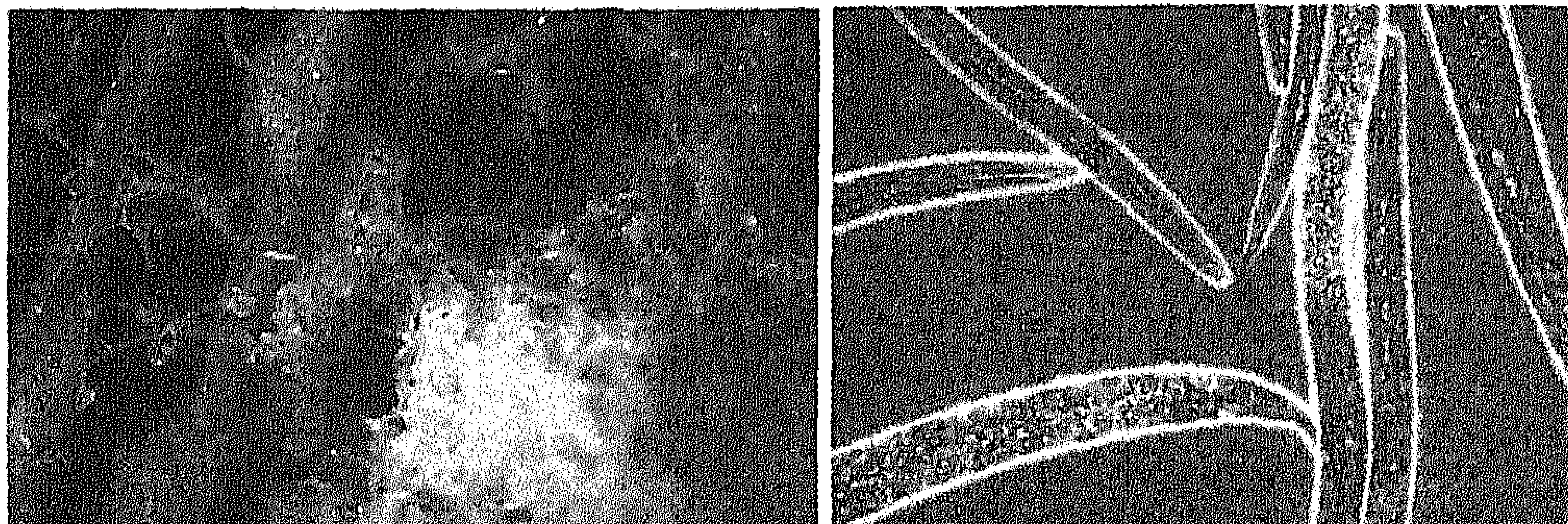
شكل 9.1 : أعراض الإصفرار والتقزم على نباتات الجت المصابة بنيماتودا *D. dipsaci*(يمين) وحقل جت يظهر بقع الإصابة بالنيماتودا

عن : (Evans *et al.*,2008) و(EPPO,2008)

http://www.eppo.org/QUARANTINE/nematodes/Ditylenchus_dipsaci/DITYDI_images.htm

تحت الظروف الملائمة تصبح النباتات صفراء أو بيضاء اللون خصوصا عند مطلع الربيع أو بعد الحشة الأولى مباشرة. ويتأخر إخضرار النباتات في البقع المصابة من الحقل لمدة 2 – 3 اسابيع مقارنة بالنباتات السليمة وتبدو كانها مقتولة بالبرد . الأوراق تتجعد ما بين العروق وليس عبرها كما أن السيقان تصبح هشة سهلة الكسر من منطقة التاج التي تبدو أسفنجية القوام. تشتد الأعراض وتتوسع رقعة النباتات المصابة مع زيادة اعداد النيماتودا ثم تموت اخيرا ويظهر الحقل بقع خالية تغزوها

الأدغال (شكل 9.1 يسار)(Ferris ,2006e ; Evans *et al.*,2008).



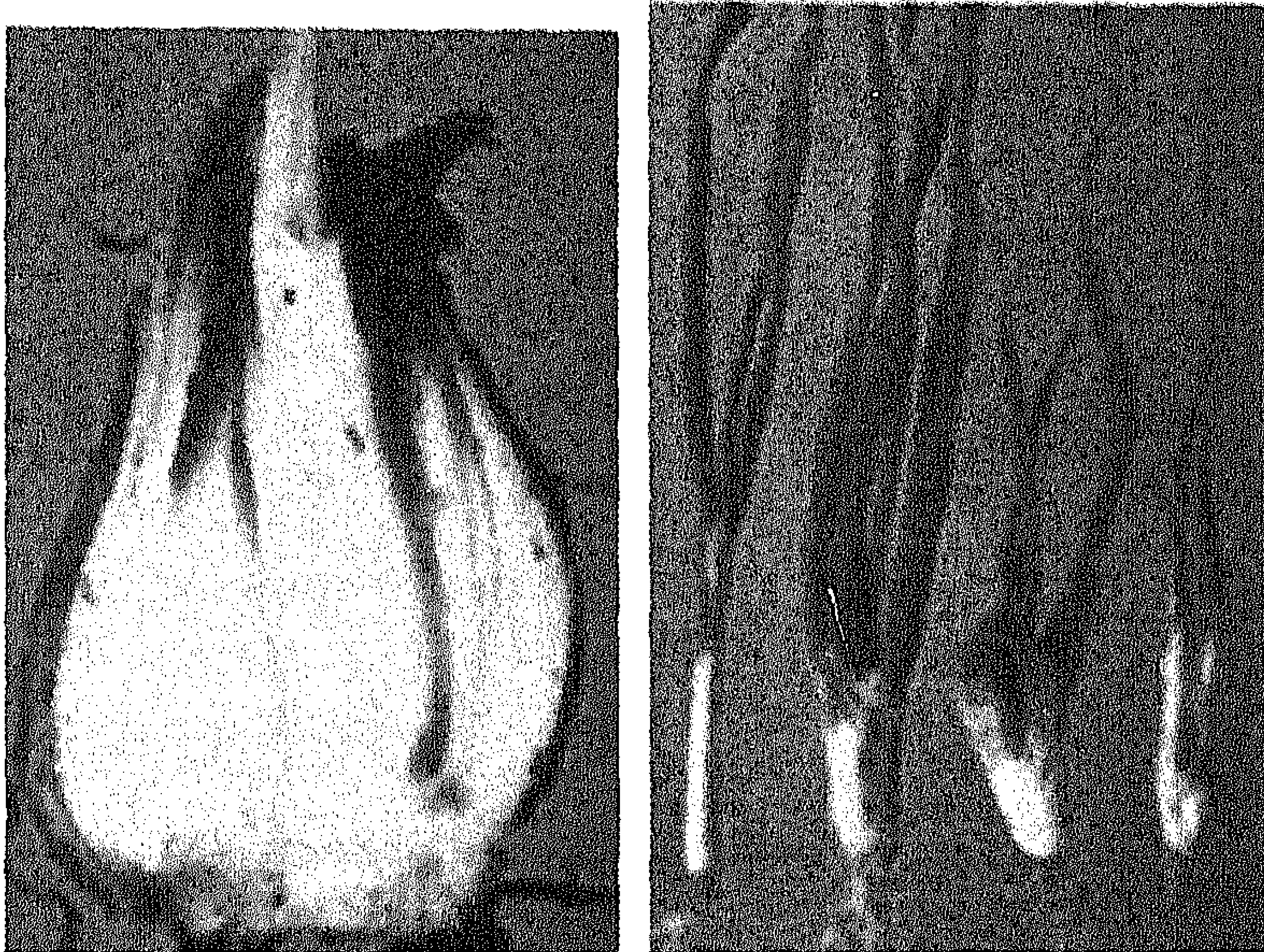
شكل 9.2 : نيماتودا *D. dipsaci* والنيماتودا داخل بصلة النرجس
عن : (Evans *et al.*,2008) و(EPPO,2008)
http://www.eppo.org/QUARANTINE/nematodes/Ditylenchus_dipsaci/DITYDI_images.htm

تطور المرض (Development of Disease)

تفقس بيوض نيماتودا *D. dipsaci* لتتحرر يرقات الجيل الثاني التي تعاني إنسلاخين حيث تتكون يرقات الجيل الرابع وهي الطور المقاوم والمعدي في دورة حياة هذه النيماتودا. تصيب هذه النيماتودا البذور النابتة أو البادرات من اطراف الجذور وتتغذى على خلايا القشرة حيث تنتقل خلال النسيج بطريقة بينية. تقتل الخلايا التي تتغذى عليها النيماتودا بينما تتحفز الخلايا المحيطة بها على الانقسام والتوسع لتحصل التشوهات في البادرة. ما أن تتشقق بشرة هذه البادرات المصابة حتى تدخل من خلالها الفطريات والبكتريا وتحقق إصابات ثانوية. وتصيب النيماتودا النباتات الفتية من خلال الثغور أو تخترقها اختراقا مباشرا. تتغذى النيماتودا على الخلايا وتفرغها من محتوياتها وتصيب خلايا جديدة وتتطور إلى بالغات ذكرية أو انثوية وتتكاثر. وعندما تكبر البصلة تنتقل النيماتودا من الأوراق ما بين الخلايا أو من خلال أغشية الساق أو رقبة البصلة

وتعاود التغذي حيث تصبح السيقان الشديدة الإصابة لينة ضعيفة المقاومة بسبب وجود التجاويف الكثيرة.

على البصل والثوم تسبب نيماتود *D. dipsaci* إنتفاخ وإلتفاف الأوراق وتشوه وتشقق الأبصال (شكل 9.2 و9.3). وعلى الثوم يمكن أن تنتشر بشكل وبائي حيث سببت تدمير 90 % من اصناف الثوم المكسيكي عند إدخاله إلى فنزويلا. يصاب الثوم في مركز الفصوص حيث تكون بادئات الأوراق مما يصعب عمليات المكافحة.



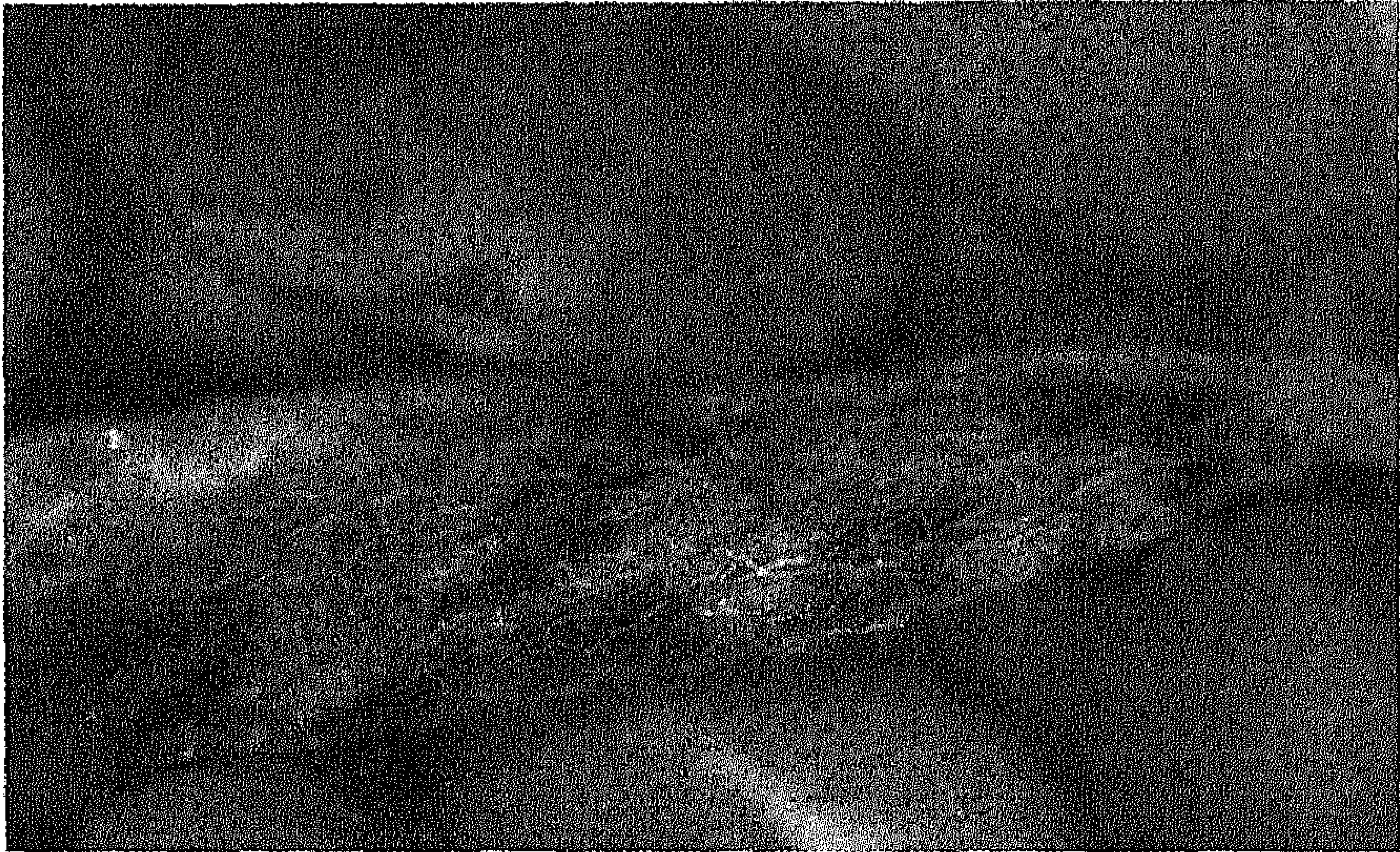
شكل 9.3 : أضرار نيماتودا *D. dipsaci* على البصل(يمين) وعلى بصلة النرجس(يسار) (عن : EPPO,2008
http://www.eppo.org/QUARANTINE/nematodes/Ditylenchus_dipsaci/DITYDI_images.htm

تنتشر النيماتودا متغذية على الخلايا مسببة إنهيارها وتصبح بيضاء دقيقية المنظر أو تتلون بسبب الإصابات الثانوية. يمكن أن تستمر النيماتودا بالتغذي على البصلة حتى

ما بعد الحصاد في المخزن.

النيماتودا *D. dipsaci* طولها 1 – 1.3 ملم وقطرها حوالي 30 مكم(شكل6.2 يمين). تضع الأنثى 200 إلى 500 بيضة بعد تلقيحها بواسطة الذكر. تكمل هذه النيماتودا دورة حياتها خلال 19 إلى 25 يوما في 15 مْ.

تستمر النيماتودا بالتكاثر داخل الأنسجة ولا تغادرها إلا عندما لا تلائمها ظروف البقاء فتغادر إلى التربة. ويمكن ان تخرج يرقات الجيل الرابع للنيماتودا بعد تفسخ البصلة لتستقر عند قواعد الأبصال الجافة بشكل كتل رمادية بيضاء تسمى صوف النيماتودا تبقى حية لبضع سنوات كذلك على أوراق النباتات المصابة الجافة (شكل9.4)(Ferris ,2006e ; Agrios,1997).



شكل 9.4 : أجسام النيماتودا *D. dipsaci* الجافة ولكن الحية على بقايا أوراق الجت عن : (Evans *et al.*,2008)

الإصابة بنيماتودا *D. dipsaci* تهيء النبات للإصابة بالفطر *Phytophthora*

.(Ferris ,2006e)*megasperma*

الممرض (**Pathogen**): النيماتودا *Ditylenchus destructor*

تصيب النيماتودا *D. destructor* نبات البطاطا بالأساس لكنها يمكن أن تصيب أحيانا بعض النباتات البصلية مثل السوسن *Iris* والثوم وكذلك الجزر و *Trifolium* spp. والفول السوداني والعديد من الأدغال تبلغ بمجموعها 70 نوعا ومثلها من أنواع الفطريات. تنتشر هذه النيماتودا في العديد من الدول الأوربية وآسيا بما فيها إيران والمملكة العربية السعودية وتركيا وأفريقيا الجنوبية وامريكا الشمالية والأكوادور في امريكا الجنوبية وأستراليا ونيوزلندا.

تعتبر هذه النيماتودا قليلة الأهمية على البطاطا في مناطق البحر المتوسط لكنها يمكن ان تمثل مشكلة مهمة في المناطق الباردة (15 - 20 مْ) والتي تزيد رطوبتها النسبية عن 90 %. كما تمثل مشكلة مهمة على الفول السوداني في جنوب افريقيا.

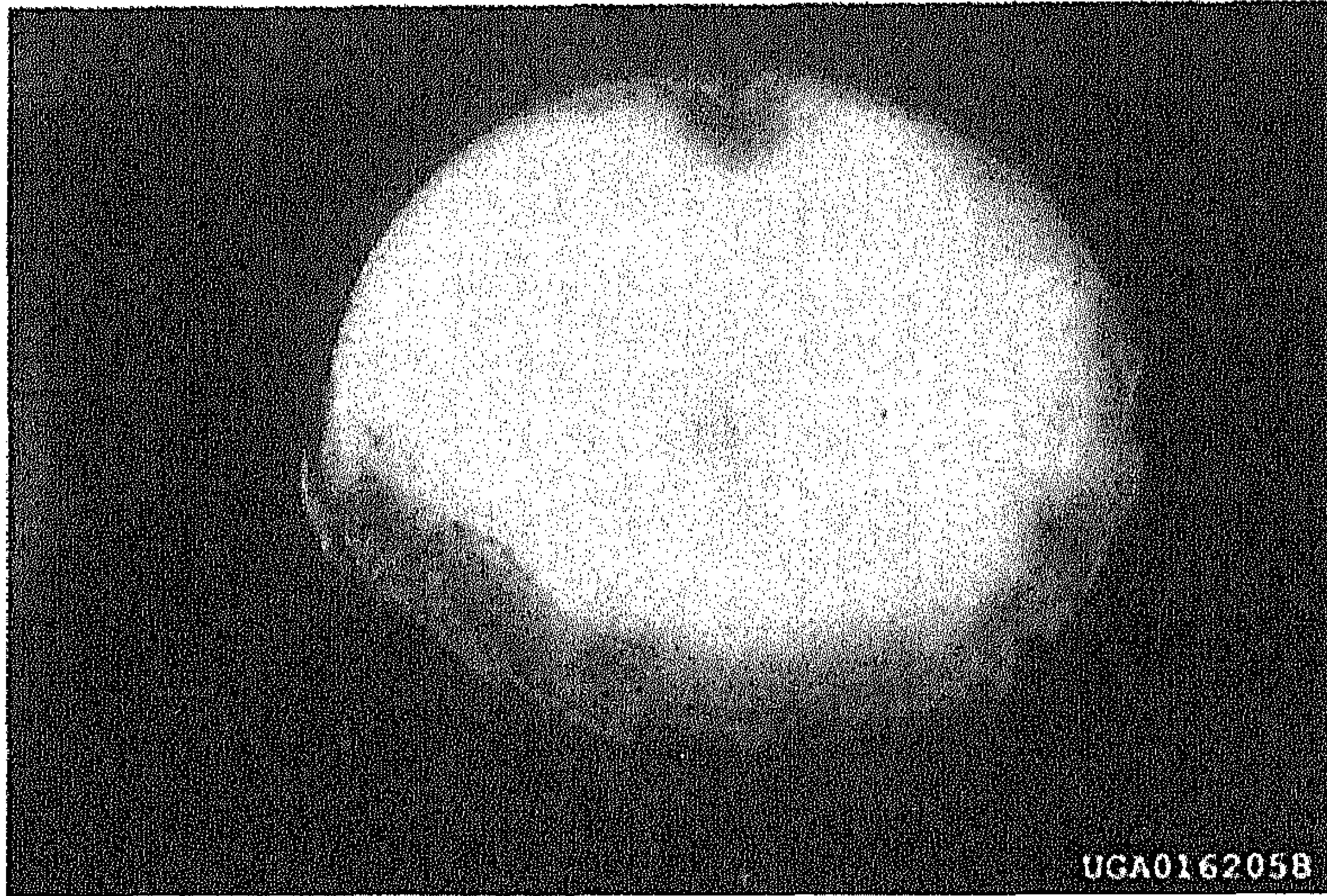
الأطوار اليرقية والبالغة للنيماتودا *D. destructor* تكون دودية الشكل. البالغات طولها 0.8 – 1.4 ملم وقطرها 23 – 47 مكم. لا يتميز الذكر عن الأنثى بالمظهر العام لكنهما يختلفان تشريحيا. لهذه النيماتودا 4 أجيال يرقية والجيل الأول يتطور داخل البيضة التي تفقس عن يرقة الجيل الثاني.

في درجات حرارة بحدود 28 مْ تفقس البيضة خلال يومين من وضعها وبمعدل 4.4 يوما بينما تتطور اليرقة إلى بالغة خلال 6 إلى 7 ايام.

الأعراض (**Symptoms**)

لا تسبب نيماتودا *D. destructor* أعراض مميزة على الأجزاء الهوائية للنباتات المصابة كما في الكثير من الأمراض النيماتودية والتي تتسم بضعف النمو أو موت النبات. لكن الإعراض تحت الأرضية وخصوصا على درنات البطاطا تكون مميزة. في الإصابات المبكرة، تظهر الدرنات عند إزالة قشرتها بقع متلونة يدكن لونها وتتوسع مع الوقت ويكون قوامها صوفيا ومركزه يكاد يكون مجوفا. أما على الدرنات الشديدة التاثر فتظهر مناطق غائرة قليلا قشرتها تكون مجعدة ومتشققة ومنفصلة عن النسيج

الذي تحتها في بعض المناطق. النسيج اللحمي للدرنة المصابة يكون جافا دقيقيا رمادي إلى بني داكن إلى اسود بسبب الإصابات الثانوية بالفطريات أو البكتريا أو النيماتودا الرمية (شكل9.5). أما إصابة درنات البطاطا بالنيماتودا القريبة *D. dipsaci* فلا تسبب التشقق والتلون يزداد كلما نزلنا إلى داخل الدرنة وأوراق النباتات المصابة تكون اقصر ومشوهة.



شكل 9.5 : الأضرار الداخلية للنيماتودا *D. destructor* على درنة البطاطا
عن : (Central Science Laboratory, Harpenden Archive, British Crown, Bugwood.org)

على نباتات السوسن والخزامى (التوليب) تبدأ الإصابة بنيماتودا *D. destructor* عند قاعدة البصلة لتمتد إلى الأوراق اللحمية مسببة قروح رمادية إلى سوداء مع ضعف نمو الأوراق التي تصفر نهاياتها وتظهر اسوداد الجذور.

على الفول السوداني تظهر مناطق متلونة على إمتداد عروق قشرة الثمرة والحبوب تصبح منكمشة قشرتها بنية إلى سوداء وتلون الجنين.

تطور المرض (Development of Disease)

يرقات الجيل الثاني تتمكن من إصابة العائل فور خروجها من البيوض. تصيب اليرقات الأجزاء تحت الأرضية وتدخل درنات البطاطا من خلال العديسات ثم تبدأ التغذي وتتكاثر بسرعة لتغزو كل اجزاء الدرنة ويمكن ان تستمر بالتغذي والنمو حتى بعد حصاد الدرنات. وإختلافا عن *D. dipsaci* ليس النيماتودا *D. destructor* طورا مشتيا حيث لا تقاوم ظرو الجفاف فهي تفضل الترب الرطبة الباردة وتشتي بشكل بالغات أو يرقات متغذية على نباتات أدغال مثل *Mentha arvensis* و *Sonchus arvensis* في حال غياب البطاطا .

هذه النيماتودا كغيرها لا تتمكن من الحركة الإنتقالية الذاتية في التربة إلا لمسافات محدودة وعليه فإن وسيلة انتشارها إلى مسافات بعيدة تعتمد على الدرنات أو الأبصال أو الريزومات أو المواد النباتية الملوثة. كما تنتشر ضمن الحقل أو الحقول المجاورة بواسطة التربة الملوثة وماء الري(EPPO/CABI. 1997b).

لغرض التشخيص المظهري لنيماتودا *Ditylenchus* يمكن الرجوع إلى (Escuer, 1998 ; Viscardi & Brzeski,1993 ; Subbotin *et al.*, 2005; EPPO/CABI. 1997b). ولغرض التشخيص الجزيئي إلى (Carta *et al.*,2005; Subbotin *et al.*, 2005).

السيطرة على المرض (Control)

1 . زراعة البذور أو الأبصال الخالية من النيماتودا.

2 . معاملة الأبصال بالماء الحار بدرجة حرارة 44 – 45 مْ لمدة 3 ساعات أو 46 مْ لمدة ساعة خصوصا مع ابصال النرجس وكذلك البصل والثوم.

3 . زراعة الأصناف المقاومة من محاصيل الحبوب والجت.

4 . الدورة الزراعية بمحاصيل غير عائلة لمدة 2 إلى 3 سنوات(Ferris ,2006e ; Agrios,1997).

الفصل العاشر Chapter 10

نيماتودا ثآليل البذور *Anguina*

Seed-Gall Nematode *Anguina*

أكتشفت نيماتودا ثآليل البذور *Anguina tritici* سنة 1743 من قبل Needham T. المدافع عن نظرية النشوء التلقائي للحياة (Spontanous Generation) على حبوب القمح.

تنتشر هذه النيماتودا في العراق وإيران وفلسطين المحتلة وافغانستان والهند وباكستان والصين وتركيا وعدد من بلدان أوربا الشرقية واستراليا والبرازيل.

تعتبر نيماتودا *Anguina tritici* من المسببات المرضية المهمة على القمح والشعير في العراق حيث لوحظت على القمح من قبل Rao سنة 1921. ان نسب انتشار هذه النيماتودا في تزايد، فبعد ان كانت موجودة على القمح في المناطق الشمالية (دهوك ونينوى) بنسبة 0.03 إلى 22.9 % زادت إلى 45 % سنة 1979 والى 75 % سنة 1989 مسببة خسائر على الصنف ماكسيباك بلغت 30.2 %. وعلى الشعير تراوحت نسب انتشار هذه النيماتودا بين 20 إلى 90 % مسببة خسائر بلغت 73 % على الصنف الأسود المحلي(Maqbool & Kerry, 1997). بينت الأبحاث وجود 3 سلالات من النيماتودا *A. tritici* هي سلالة الشعير والحنطة الناعمة والحنطة الخشنة (Stephan,1997).

تصيب النيماتودا *Anguina tritici* الجاودار *Secale cereale* والقمح *Triticum aestivum* و *T. monococcum* و *T. spelta* والشعير *Hordeum vulgare*.

في البلدان المتقدمة أصبحت الخسائر المتسببة عن نيماتودا *Anguina tritici*

غير ذات أهمية بسبب الطرق والمعالجات الميكانيكية المتطورة لتخليص الحبوب من النيماتودا واستخدام البذور الخالية من النيماتودا في الزراعة. لكن في بلدان العالم الثالث تسبب هذه النيماتودا خسائر شديدة على القمح بحدود 20 – 50 % وعلى الشوفان بحدود 35 – 65 %(Anwar *et al.*,2001).

المرض (Pathogen): *Anguina tritici* . تعتبر *A. tritici* من النيماتودا الكبيرة إذ يبلغ طول النيماتودا البالغة 2 – 3.5 ملم وقطرها 120 مكم بينما تمتلك رمحا قصيرا جدا يبلغ طوله 10 مكم. الإناث البالغات تكون منتفخة ومنطوية على بطنها عند قتلها بالحرارة وأحادية المبيض(Anwar *et al.*,2001; Ferris, 2005d ; Agrios,1997).

في العراق توجد 3 ضروب من نيماتودا *Anguina tritici* هي ضرب الشعير وضرب القمح الناعم وضرب القمح الخشن(Maqbool & Kerry, 1997).



شكل 10.1 : حبوب قمح مصابة بنيماتودا *Anguina tritici* داكنة اللون مقارنة بالحبوب السليمة(يمين) وسنابل مصابة بنيماتودا *A. tritici* وعلى يسارها سنابل سليمة(يسار)

عن : (R.S. Hussey, Nemapix picture set, Bugwood.org) و(Ferris, 2005d)

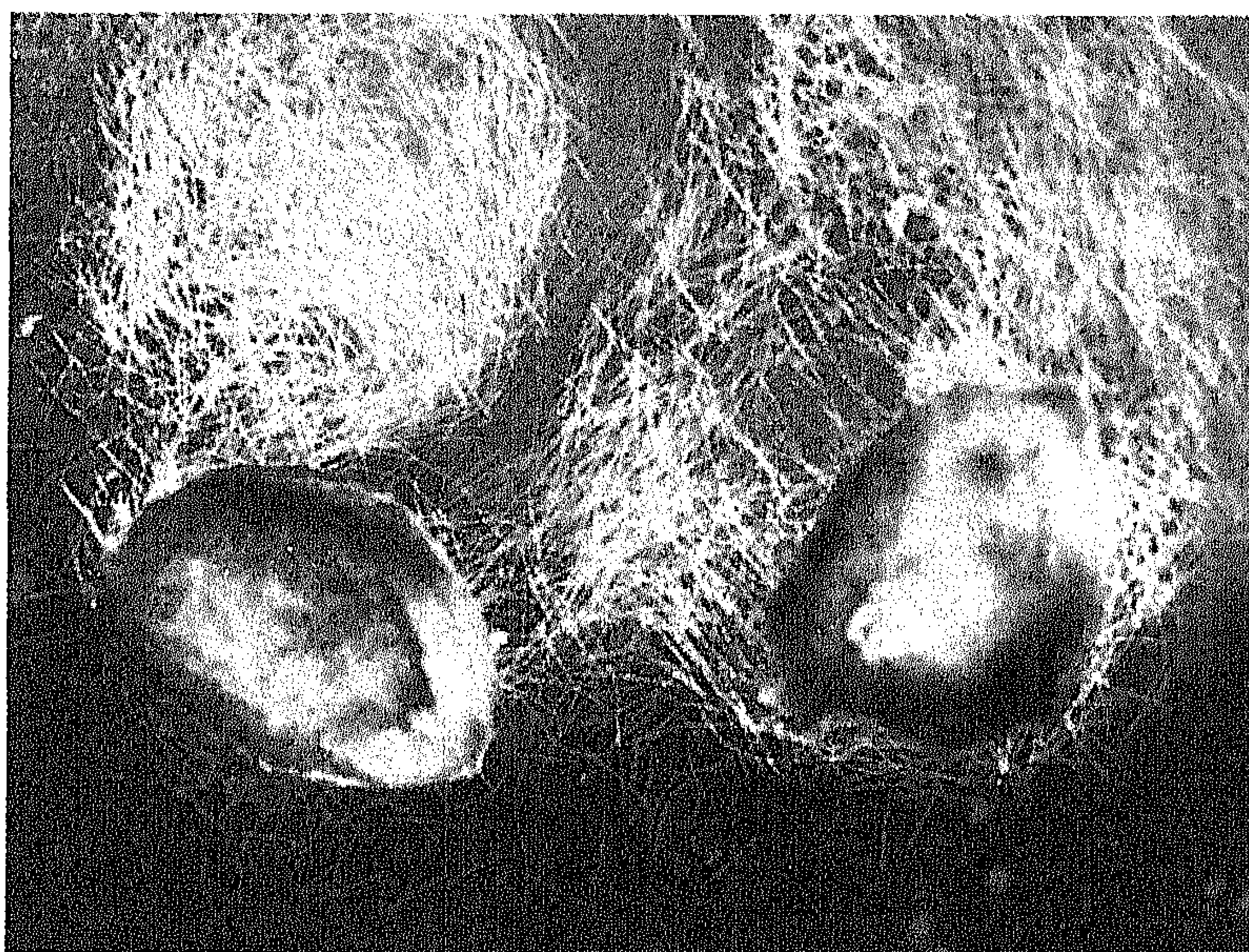
الأعراض (Symptoms)

تشتي نيماتودا *Anguina tritici* بشكل يرقات الجيل الثاني داخل العقد على

البذور (شكل10.1 يمين). عند توفر الرطوبة ودرجات الحرارة المناسبة تتحر يرقات الجيل الثاني من عقد البذور وتزحف نحو البادرات النامية. اليرقات تبدأ بالتغذي خارجيا بين الأوراق الحديثة مسببة إلتفاف وتجعد وتشوه الأوراق وتقزم البادرة. الورقة الملتفة غالبا ما تحتجز الورقة التالية أو النورة الزهرية بداخلها مسببة تفصصها أو إنحنائها وتشوهها. أخيرا تخترق اليرقات البراعم الزهرية وتحفز تكوين العقد محل البذور ويتم تحولها إلى بالغات داخل العقد.

تطور المرض (Development of Disease)

بعد تلقيحها من قبل الذكور تضع الإنثى الواحدة بحدود 2000 بيضة خلال بضعة اسابيع. تحتوي الثالولة حوالي 80 من بالغات النيماتودا الإناث والذكور بنسب متساوية. وعليه ستحتوي االثالولة على 000 10 إلى 000 30 بيضة.

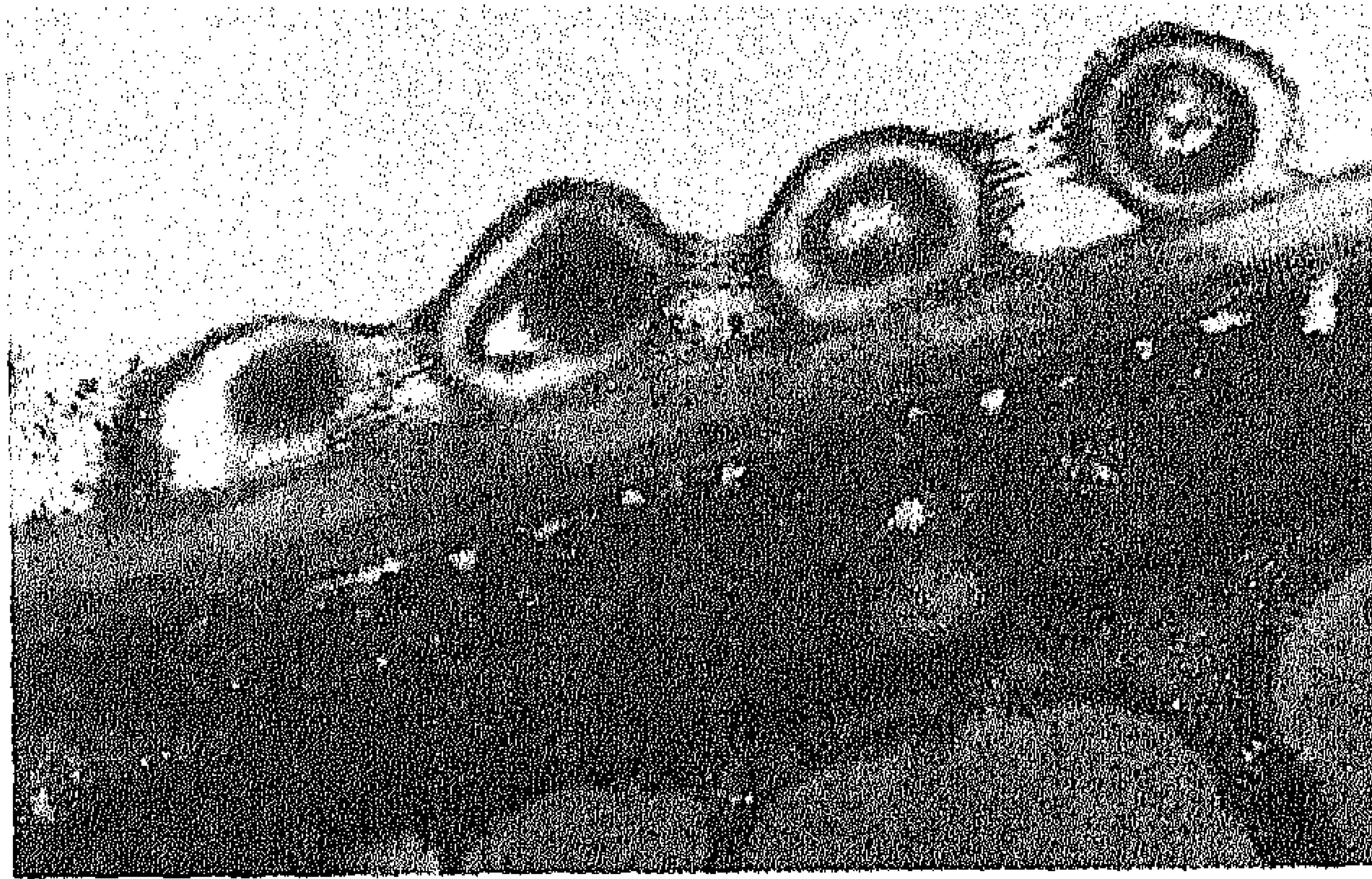


شكل 10.2 : آلاف يرقات الجيل الثاني النيماتودا *A. tritici* متحررة من ثالولة حبوب مكسورة

عن : (Ferris, 2005d)

يفقس البيض إلى يرقات الجيل الثاني التي تكون اعدادها بالآلاف داخل الثآليل (شكل10.2) . الثآليل تكون اقصر واكثر سمكا وكروية تقريبا ولونها أخضر لماع في البداية ثم يصبح بني داكن إلى أسود مقارنة بالحبوب السليمة. النباتات المصابة تنضج ببطيء حيث تبقى مخضرة لفترة اطول وإنتاجها ينخفض كثيرا. السنابل يمكن أن تحتوي على واحدة أو بضع حبوب مصابة أو حتى الحبوب كلها (شكل10.1 يسار).

تنفصل الثآليل إلى التربة وبعد إمتصاصها للماء تبدأ دورة مرض جديدة في السنة التالية. يمكن ان تبقى الثآليل مع البذور وقد سجل وجود يرقات حية في ثآليل جافة عمرها 38 سنة.



شكل 10.3 : خلايا البكتريا *Clavibacter tritici* منجذبة إلى سطح النيماتودا *Anguina tritici*

عن : (Ferris, 2005d)

نيماتودا *Anguina tritici* تعمل كناقل حيوي للبكتريا الممرضة للنبات *Clavibacter tritici* والتي تصيب أنسجة الثآليل وتسبب مرض Tundu أو لفحة السنابل أو التعفن الأصفر للسنابل (Yellow Ear Rot). البكتريا بدورها كثيرا ما تصاب بالفايروس البكتيري وتحفزها على إنتاج سموم Corynetoxins وهذه الحبوب

المصابة الحديثة تكون سامة للماشية. كما تلتصق البكتريا *Clavibacter iranicum* و*Clavibacter rathayi* و *Clavibacter sp.* بانواع مختلفة من نيماتودا *Anguina* بما فيها *Anguina tritici* والتي لها علاقة بتسممات حشيشة الجاودار (Ryegrass) ويبدو أن إلتصاقها يتم على مستقبلات خاصة على سطح كيوتكل النيماتودا (شكل10.3) (Riley & McKay, 1990).

السيطرة على المرض (Control)

1 . الدورة الزراعية لمدة سنة إلى سنتين تخلص التربة من النيماتودا.

2 . الفصل الميكانيكي للثآليل من الحبوب.

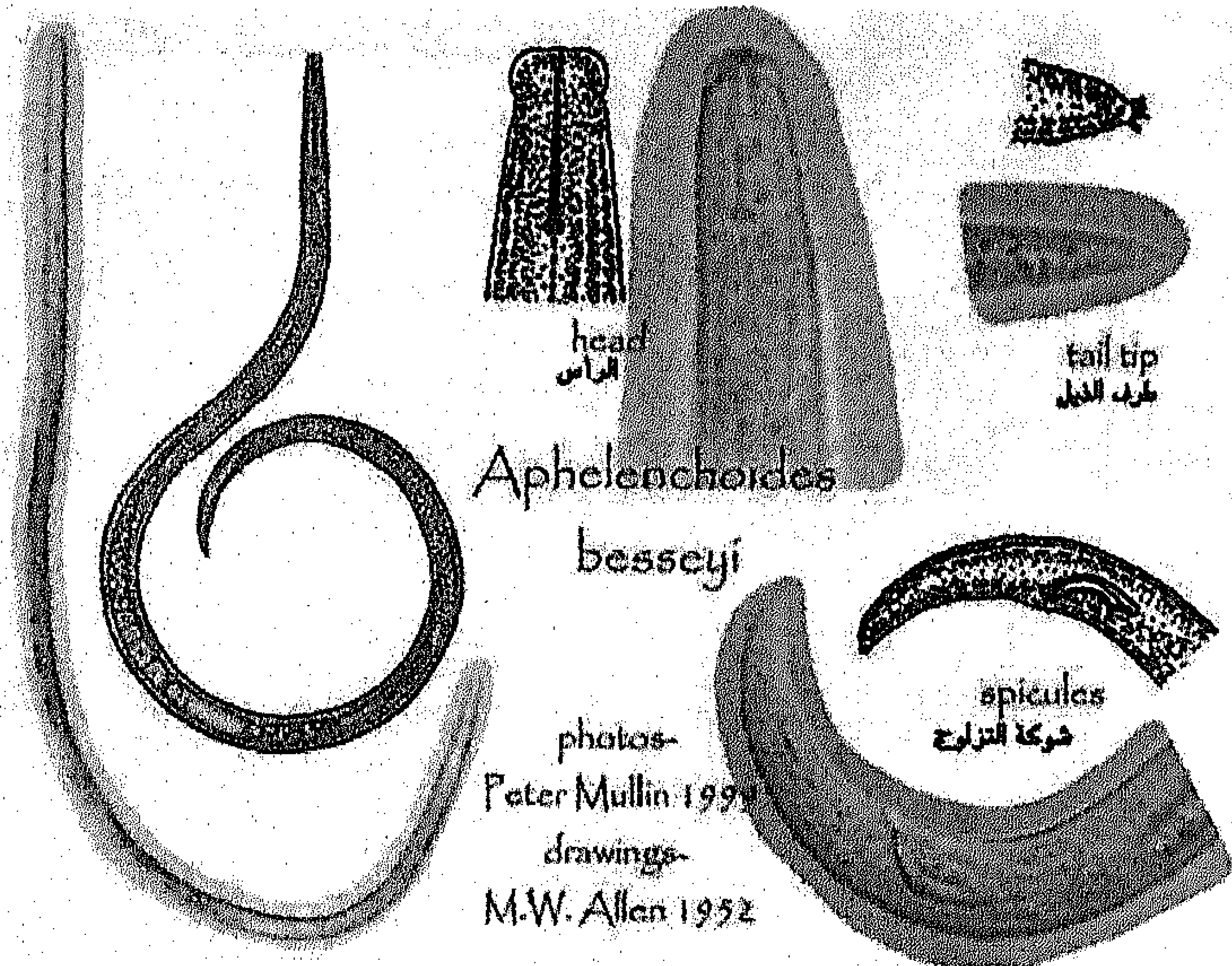
3 . غمر الحبوب في محلول مالح (20 %) حيث تطفو الثآليل على سطح المحلول ويتم التخلص منها ومن ثم تغسل البذور النظيفة(Ferris, 2005d).

الفصل الحادي عشر Chapter 11

نيماتودا الأوراق *Aphelenchoides*.

Foliar Nematodes *Aphelenchoides*

الممرض (Pathogen) : يضم جنس *Aphelenchoides* 4 أنواع حسب (Allen,1952) و30 نوعا حسب (Sanwal, 1961) من أنواع النيماتودا الخارجية التطفل من أهمها *Aphelenchoides besseyi* على الرز و *A. fragaria* على الشليك و *A. retzemabosi* على الأقحوان(Ferris, 2006f).



شكل 11.1 : نيماتودا Aphelenchoides besseyi

عن : (Ferris, 2007d)

اول إكتشاف للنيماتودا *Aphelenchoides besseyi* كان في اليابان سنة 1915.

النيماتودا *A. besseyi* رفيعة طولها 0.44 – 0.84 ملم وقطرها 14 – 22 مكم

(شكل11.1).

تصيب نيماتودا *Aphelenchoides besseyi* محصول الرز ونبات *Boehmeria nivea* والعديد من نباتات الزينة بضمنها الأقحوان والمطاط الهندي *Ficus elastica* والخباز *Hibiscus* و*Polianthes tuberosa* و*Saintpaulia ionantha* والحشائش مثل *Panicum* و *Pennisetum* و*Setaria* و *Sporobolus*.

حتى اواسط القرن العشرين كانت النيماتودا *Aphelenchoides besseyi* تسبب خسائر مهمة على الرز في اليابان وبعض أجزاء لولايات المتحدة لكن زراعة الأصناف المقاومة وطرق الوقاية الأخرى قلل من أهميتها الإقتصادية. تسبب الإصابة على الرز ضعف أو عدم إمتلاء الحبوب وتكون الحبوب القشرية بنسبة تصل إلى 40 % في الأصناف المتاخرة النمو. وتسبب النيماتودا خسائر تصل إلى نسبة 17 – 45 % في الأصناف الحساسة و0 – 24 % في الأصناف المقاومة.

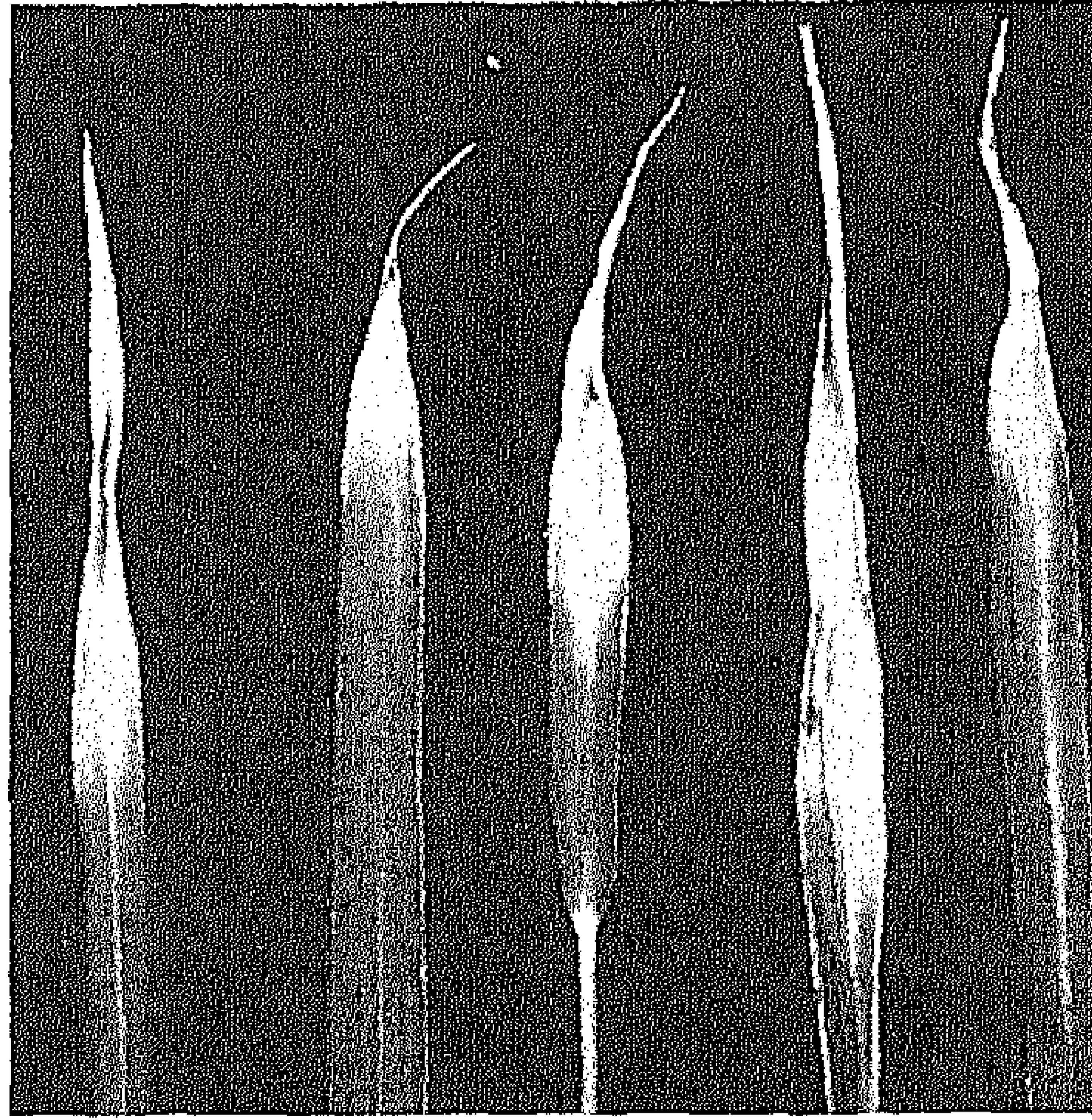
على الشليك تسبب هذه النيماتودا تقزم النبات وتخفض الإنتاج كثيرا.

تنتشر نيماتودا *Aphelenchoides besseyi* على الشليك في عدد من بلدان أوربا الشرقية وفرنسا والعديد من بلدان آسيا بما فيها فلسطين المحتلة وإيران والهند وباكستان وتايوان وغيرها. كما تنتشر في العديد من البلدان الأفريقية بما فيها مصر وجنوب أفريقيا وكذلك في الولايات المتحدة والمكسيك وبلدان أمريكا الوسطى والجنوبية واستراليا.

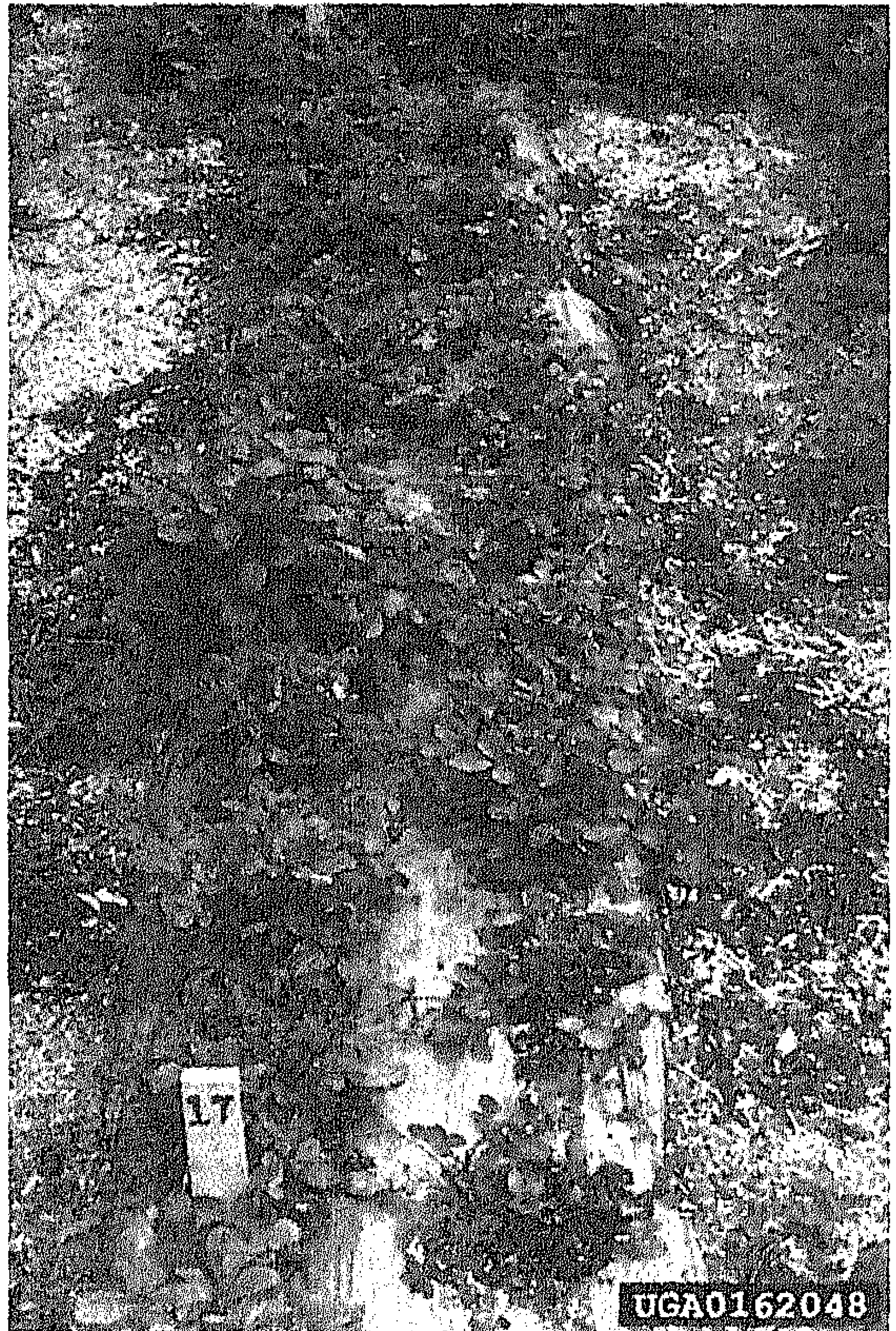
الأعراض (Symptoms)

على الرز تسبب النيماتودا إبيضاض طرف الورقة العلمية لمسافة 3 – 5 سم وهو الذي جعل النيماتودا تسمى نيماتودا الطرف الأبيض (شكل11.2). بعد ذلك تصبح المنطقة منخورة وتتطوى وتتشوه بينما يختزل حجم الحامل الزهري وكذلك الحبوب. مثل هذه الأعراض يمكن ان تختلط مع اعراض نقص الكالسيوم والمغنسيوم.

على الشليك يحصل تجعد وتشوه الأوراق وتقزم النبات مع إنخفاض في تكوين الأزهار وبالتالي الثمار (شكل11.3).



شكل 11.2 : أوراق الرز المصاب بنيماتودا *Aphelenchoides besseyi* تظهر الإبيضاض والتشوه
عن : (Ferris, 2007d)



شكل 11.3 : نباتات الشليك مصابة بنيماتودا *Aphelenchoides besseyi*
عن : (Janet S. McCulloch, Department of Primary Industries and Fisheries, Queensland, Bugwood.org)

على المطاط الهندي *Ficus elastica* يحصل سقوط الأوراق وعلى *Polianthes tuberosa* تكوين قروح حيث تكون النيماتودا *A. besseyi* داخلية التطفل بينما تسبب النيماتودا تحفيز النمو وزيادة تكوين الأزهار على النبات النجيلي *Sporobolus poirettii*.

تطور المرض (Development of Disease)

على الرز تمثل الحبوب الملوثة مصدر الإصابة حيث تبقى النيماتودا تحت أغلفة البذرة. عند زراعة البذور تنشط النيماتودا وتتحرك نحو نقاط النمو في الأوراق والساق حيث تتغذى بطريقة التطفل الخارجي وفي بداية نمو النبات تكون بأعداد قليلة. لكن أعداد النيماتودا تزداد في مرحلة تفرع النبات ودخوله طور التكاثر. تتمكن النيماتودا من دخول السنيبلات قبل تلقيحها وتتغذى خارجيا على الأجزاء التكاثرية. عند مرحلة إمتلاء الحبوب يتوقف تكاثر النيماتودا لكنها تستمر بالتطور إلى الطور اليرقي لثالث. معظم آهلة النيماتودا تكون من الإناث وهي تتلقح من قبل الذكور مع انها يمكن ان تكوّن البيض عذريا. تتكور النيماتودا وتتجمع على محور السفا للحبة. درجة الحرارة المثلى لوضع وفقس البيض هي 30 مْ . درجة الحرارة المثلى لنمو وتكاثر النيماتودا 21 – 25 مْ وتكتمل دورة الحياة خلال 8 إلى 10 ايام بينما لا يحصل نمو تحت درجة حرارة 13 مْ. تبقى النيماتودا على حبوب الرز التي قد يصل عددها إلى 14 نيماتودا على الحبة ملتفة على نفسها ولمدة 2 – 3 سنوات على الحبوب الجافة بينما تموت خلال 4 أشهر في تربة الحقل ولا تبقى النيماتود لفترة طويلة في التربة عند غياب العائل(Ferris, 2007d ; EPPO/CABI). لغرض الإحاطة بجنس *Aphelenchoides* وأنواعه يمكن مراجعة (Shahina,1996).

السيطرة على المرض (Control)

1 . معاملة حبوب الرز بالماء الحار بدرجة حرارة 55 – 61 مْ لمدة 10 – 15 دقيقة وبذور الشليك بدرجة حرارة 46 مْ لمدة 10 دقائق كفيل بتدمير النيماتودا.

2 . زراعة الأصناف المقاومة أو المتحملة.

3 . معاملة التربة ورش النباتات بمبيدات النيماتودا(Ferris, 2007d; EPPO/CABI).

الفصل الثاني عشر Chapter 12

أمراض ذبول الصنوبر

و الحلقة الحمراء على النخيل: *Bursaphelenchus*

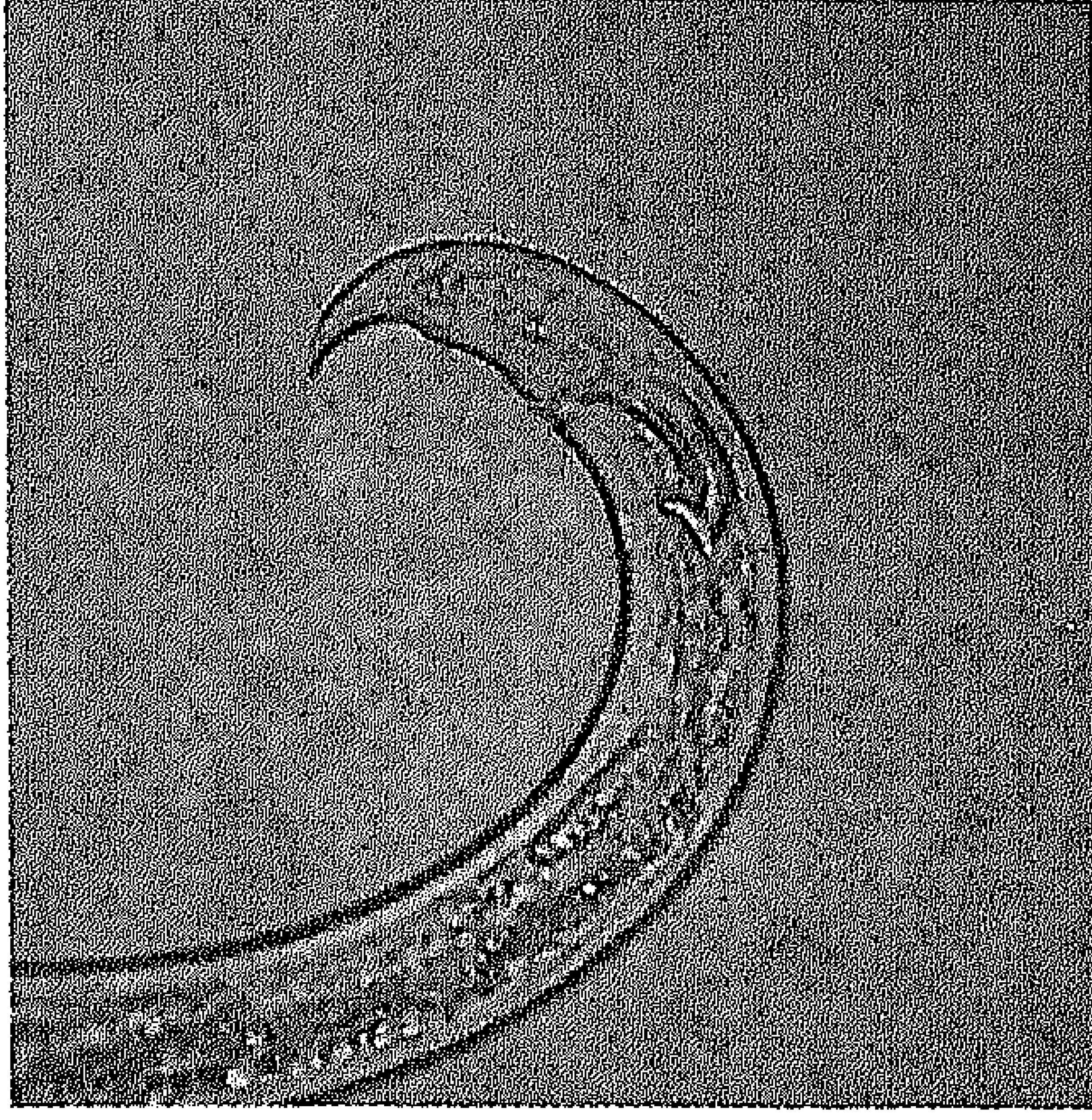
Pine Wilt and Palm Red Ring

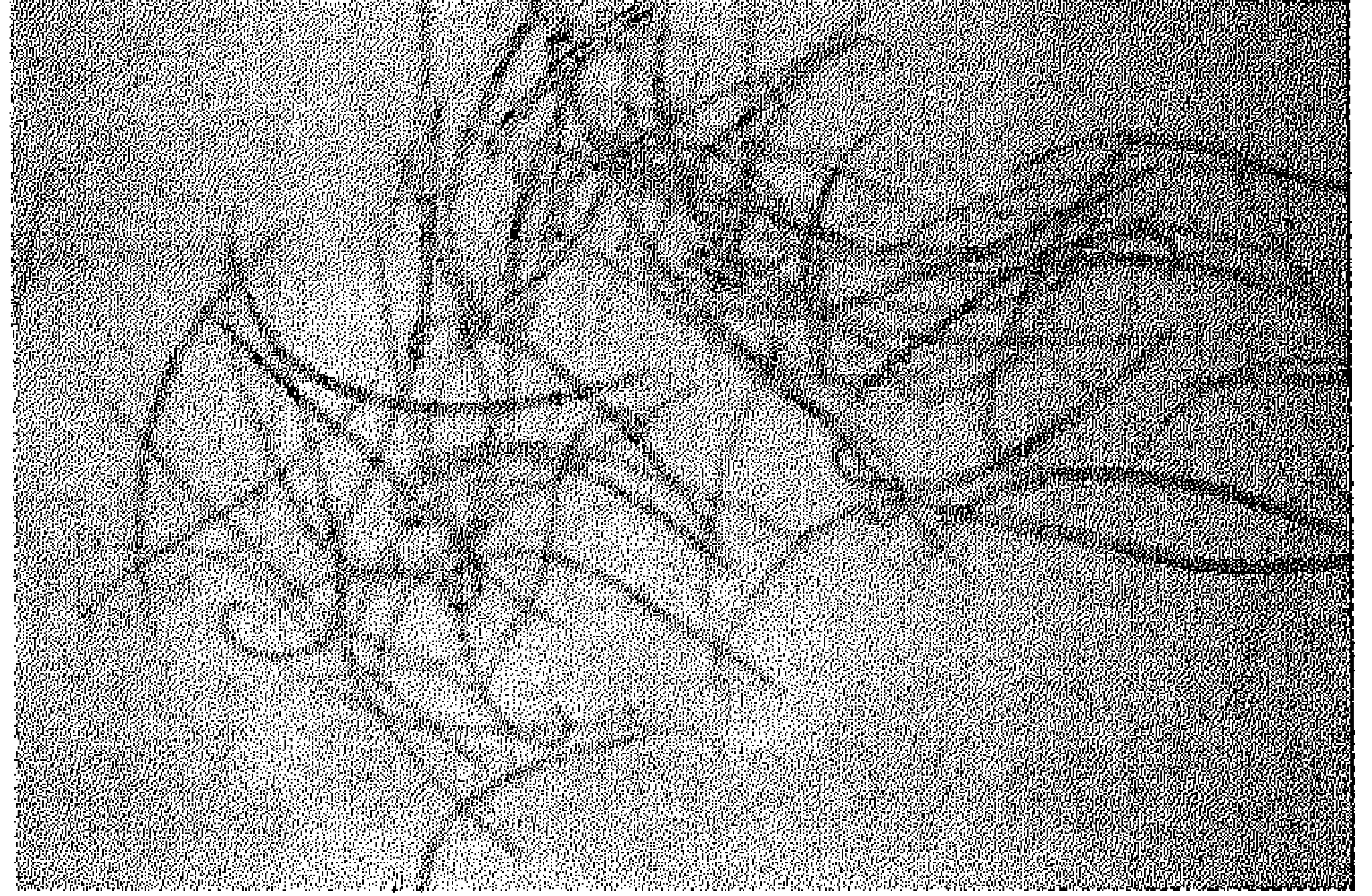
: Bursaphelenchus

يضم الجنس *Bursaphelenchus* 75 نوعا من النيماتودا(Ryss *et al.*,2005). معظم هذه الأنواع تنتقل بواسطة الحشرات خصوصا خنافس القلف وحفارات الخشب وتتواجد على أشجار المخروطيات الميتة أو المتدهورة. وتتغذى جميع هذه الأنواع على الفطريات.

الممرض (Pathogen) : يتسبب مرض ذبول الصنوبر عن الإصابة بنيماتودا *Bursaphelenchus xylophilus* والتي تنتقل بواسطة خنافس *Monochamus* ويتسبب مرض الحلقة الحمراء على نخيل جوز الهند عن الإصابة بنيماتودا *Bursaphelenchus cocophilus* والتي تنتقل بواسطة سوسة النخيل *Rhynchophorus* وسوسة قصب السكر *Metamsius* sp.

تتميز إناث الجنس *Bursaphelenchus* بوجود غطاء الفرج وكيس خلف الرحم طويل. وتتميز الذكور بشكل شوكة النزاوج وإلتفاف الذيل نحو البطن (شكل12.1). وتتميز نيماتودا *B. xylophilus* بكون شوكة التزاوج قرصية في النهاية البعيدة وشفة الفرج الأمامية مميزة وتعمل كغطاء ونهاية الأنثى مدورة(Ferris, 2005e).





شكل 12.1 : نيماتودا *B. xylophilus*(يمين) وذكر النيماتودا يظهر شوكة التزاوج المميزة

عن : (Donald *et al.*,2003)

ذبول الصنوبر **Bursaphelenchus xylophilus**

يعتبر مرض ذبول الصنوبر من الأمراض الخطيرة فهو سريع التطور حيث يمكن أن يقتل الأشجار المصابة خلال اسابيع أو اشهر قليلة.

وصف هذا النوع من النيماتودا اول مرة باسم *Aphelenchoides xylophilus* ثم غير إلى *Bursaphelenchus lignicolus* واخيرا إلى اسمه الحالي *B. xylophilus*.

سجل مرض ذبول الصنوبر أول مرة في ناكازاكي في اليابان سنة 1913 لكن مسبب المرض النيماتودا *B. xylophilus* لم يشخص إلا سنة 1972. فقد كان يعتقد أن المرض يتسبب عن الحشرات الحفارة للخشب التي تتواجد بكثافة على الأشجار المصابة، لكنه وجد أن ظهور الأعراض يسبق مهاجمة الحشرات للأشجار. إنتشر المرض من منطقة ظهوره إلى باقي مناطق اليابان ليسبب خسائر فادحة في الأخشاب تجاوزت مليون م ^{3} سنويا في أربعينات القرن العشرين. وبعد حملات قلع الأشجار المصابة إنخفضت الخسائر إلى النصف لكنها عادت وارتفعت منذ سنة 1970 لتتجاوز

2 مليون م ^{3} سنويا كما أدى إلى القضاء على 50 % من أشجار الصنوبر. سنة 1979 سببت النيماتودا *B. xylophilus* خسائر في منطقة ميسوري في الولايات المتحدة خصوصا على أشجار *P. sylvestris* كذلك على اشجار المخروطيات من الأنواع غير المتوطنة.

يعتقد ان النيماتودا *B. xylophilus* إنتقلت مع الأخشاب المصابة من أمريكا الشمالية إلى اليابان في مطلع القرن العشرين. إضافة إلى اليابان تنتشر النيماتودا في الصين حيث تبلغ مساحة الغابات المتأثرة أكثر من 4 مليون هكتار وكذلك في تايوان وكوريا. وفي أمريكا الشمالية في كندا والولايات المتحدة والمكسيك.

تنمو نيماتودا *B. xylophilus* على انواع الصنوبر *Pinus* spp. على الأشجار الميتة خصوصا لكنها لا تتمكن من مهاجم الأشجار الحية إلا على أنواع معينة حساسة مثل الصنوبر الأوربي الشرقي *P. bungeana* و*P. densiflora* و*P. luchuensis* و *P. massoniana* و*P.thunbergii* والأنواع الأوربية *P. nigra* و*P. sylvestris* التي تزرع في امريكا الشمالية و*P. pinaster* الذي يزرع في الصين. وتصاب أنواع اخرى من المخروطيات ولكن قليلة التضرر مثل *Larix* و*Abies* و*Picea*) ; Keem *et al.*,2001 .(EPPO/CABI, 1996

الأعراض (**Symptoms**)

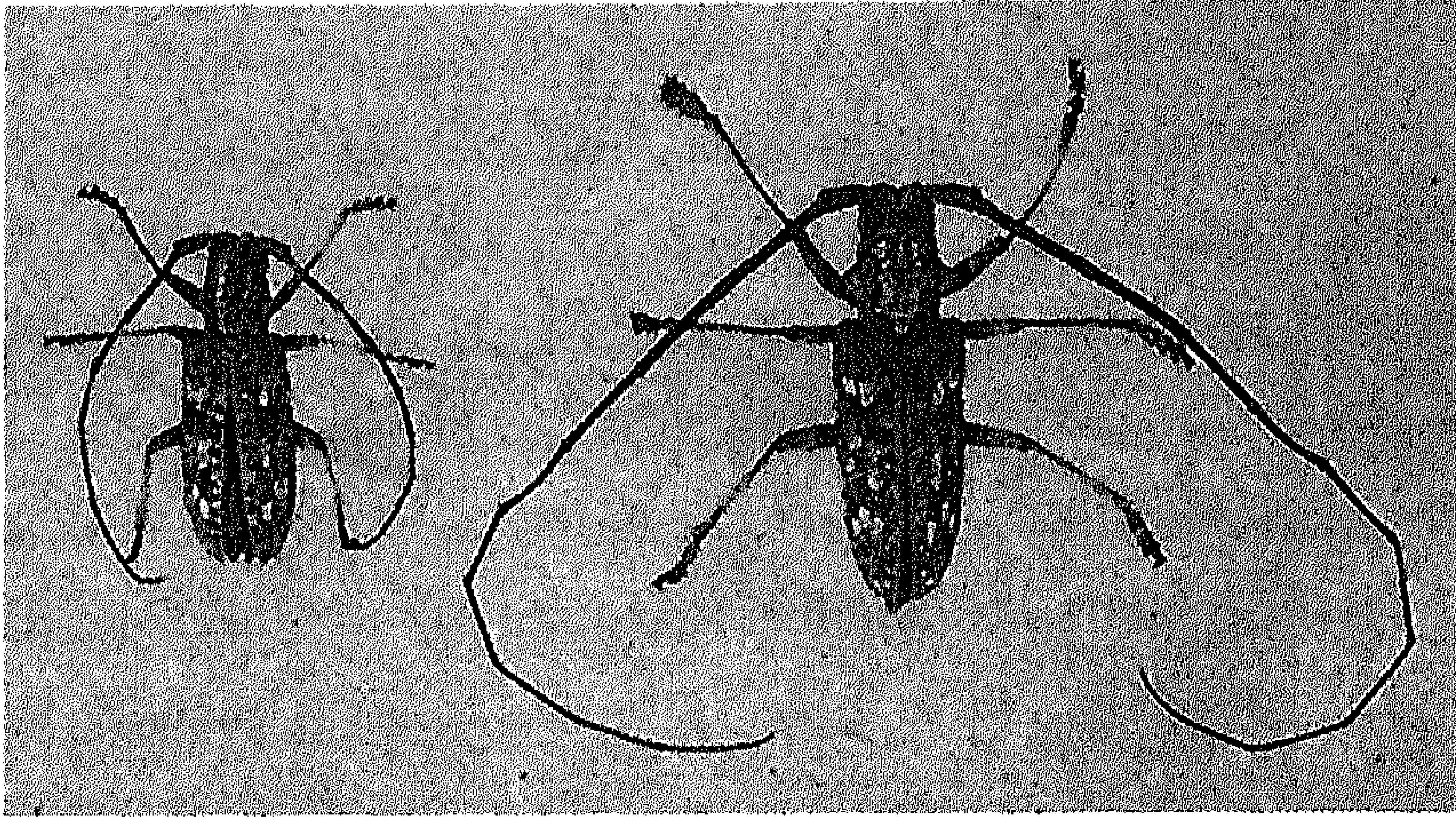
تظهر الأعراض الخارجية بشكل إصفرار وذبول الأوراق الأبرية للشجرة المصابة. تغير لون الأوراق الأبرية يبدأ بتحوله من الأخضر الطبيعي إلى الرمادي المخضر ثم إلى اللون الدباغي فالبني (شكل12.2). الأعراض تظهر نتيجة تغذي النيماتودا على الخلايا المحيطة بالقنوات الراتنجية مسببة تسرب المواد الراتنجية إلى القصيبات مما يسبب " تجويف القصيبات " وإحداث جيوب هوائية في تيار النسغ الصاعد مما يفشل عمل القصيبات في النقل. هذه الحالة تشبه عملية مص المشروب الغازي بقصبة مثقبة !! الأعراض قد تظهر أولا على فرع واحد مع بقاء اجزاء الشجرة الأخرى غير متاثرة والتي تظهر الأعراض في موسم النمو التالي . هذه الأعراض الظاهرة يسبقها إنخفاض في إنتاج Oleoresin وهو مادة تدخل في دفاع الشجرة ضد الإصابات المختلفة وكذلك إنخفاض معدل النتح وتوقفه نهائيا بعد ذلك. تنتهي

الأعراض بالموت السريع للشجرة الذي يبدأ من أطرافها العلوية نزولا نحو الأسفل مما يميز أعراض هذا المرض عن أمراض الصنوبر الأخرى. كما تتميز أعراض هذا المرض بعدم تساقط الأوراق الأبرية عن الغصن رغم إصفرارها. إن زيادة عمر الشجرة عن 10 سنوات يزيد من حساسيتها للإصابة بهذا المرض. الإصفرار على فرع واحد قد يتسبب ايضا نتيجة تغذي الحشرة *Monochamus* ناقلة النيماتودا على الأشجار المتضررة(شكل12.3). اليرقات المتغذية تعمل ممرات في الخشب العصيري تحت القلف وتعمل ثقوب في الخشب تقلل من قيمته التسويقية. الحشرة *Monochamus* تضع بيضها على الأشجار الساقطة.



شكل 12.2 : أعراض مرض ذبول الصنوبر المتسبب عن الإصابة بنيماتودا *B. xylophilus* تظهر على احدى اشجار الصنوبر (اللون البني)

عن : (Donald *et al.*,2003)



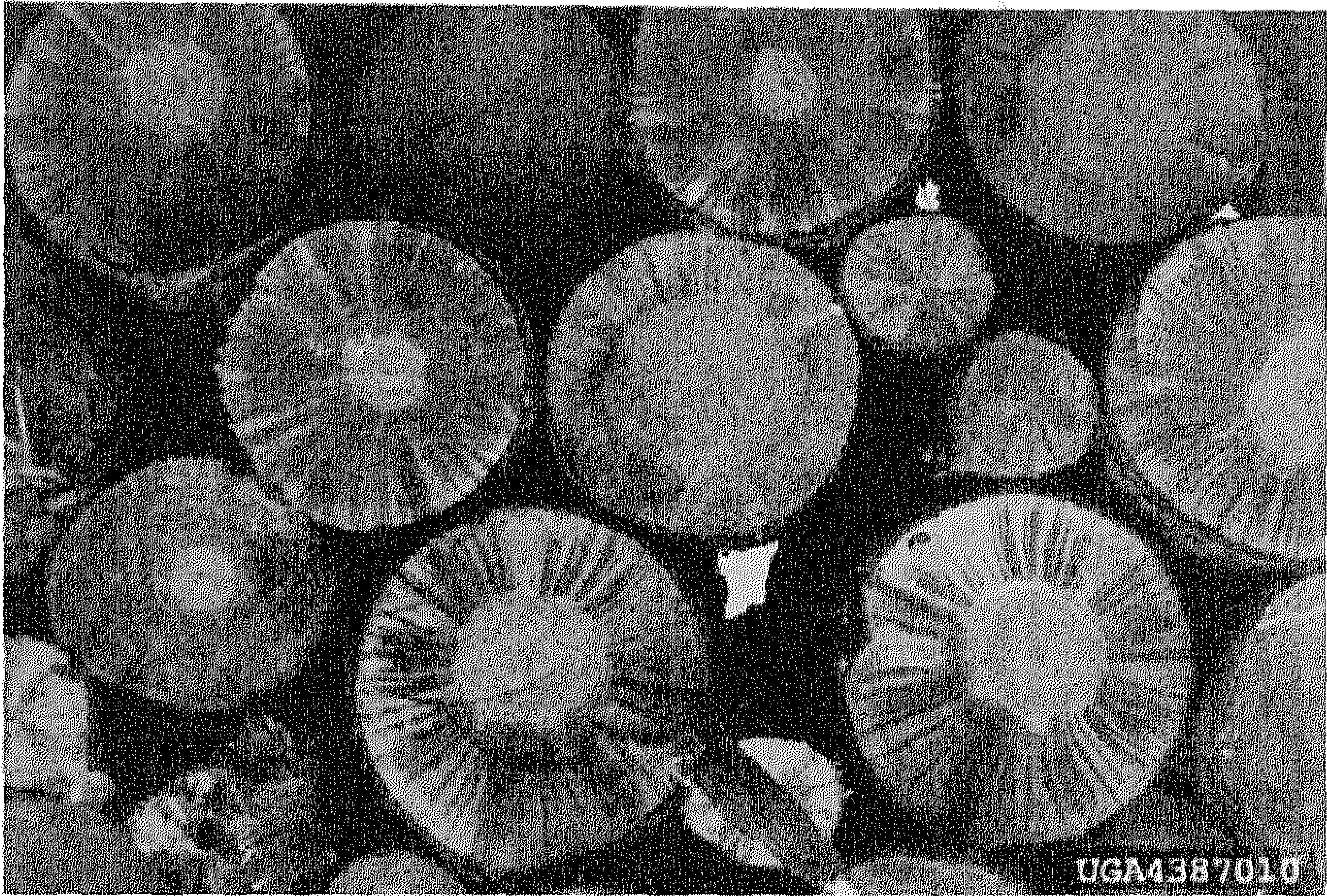
شكل 12.3 : ذكر خنفساء نشارة الخشب Monochamus(يمين) والأنثى(يسار)
عن : (Donald *et al.*,2003)

تشخيص الإصابة يتضمن التعرف على النيماتودا ويتم ذلك بعمل مقاطع عرضية في أغصان الشجرة بقطر يزيد عن 2.5 سم ونقعها في الماء لمدة 24 إلى 48 ساعة. كذلك يمكن الحصول على نماذج عن طريق ثقب الجذع أو الفرع وقد يتطلب الأمر أخذ النماذج من مناطق مختلفة نظرا لعدم تجانس توزع النيماتودا. يتم التعرف على النيماتودا الخارجة من النسيج المصاب إلى الماء بمساعدة المجهر. من الأفضل إزالة القلف من النماذج قبل نقعها كونه قد يحتوي على أنواع من النيماتودا المتغذية على البكتريا والفطريات المتواجدة فيه. كما توجد أنواع من نيماتودا *Bursaphelenchus* غير مسببة للمرض الأمر لذي يتطلب تشخيص النوع.

تطور المرض (Development of Disease)

يحصل مرض ذبول الصنوبر النيماتودي هذا نتيجة تداخل النيماتودا *B. xylophilus* وشجرة الصنوبر وحشرات *Monochamus* والفطريات المسببة لمرض الصبغة الزرقاء على الخشب *Ceratocystis* spp. و*Ophiostoma piceae* (12.4). تظهر نيماتودا *B. xylophilus* أنماطا حياتية مختلفة تميز إلى نمط تكاثري ونمط

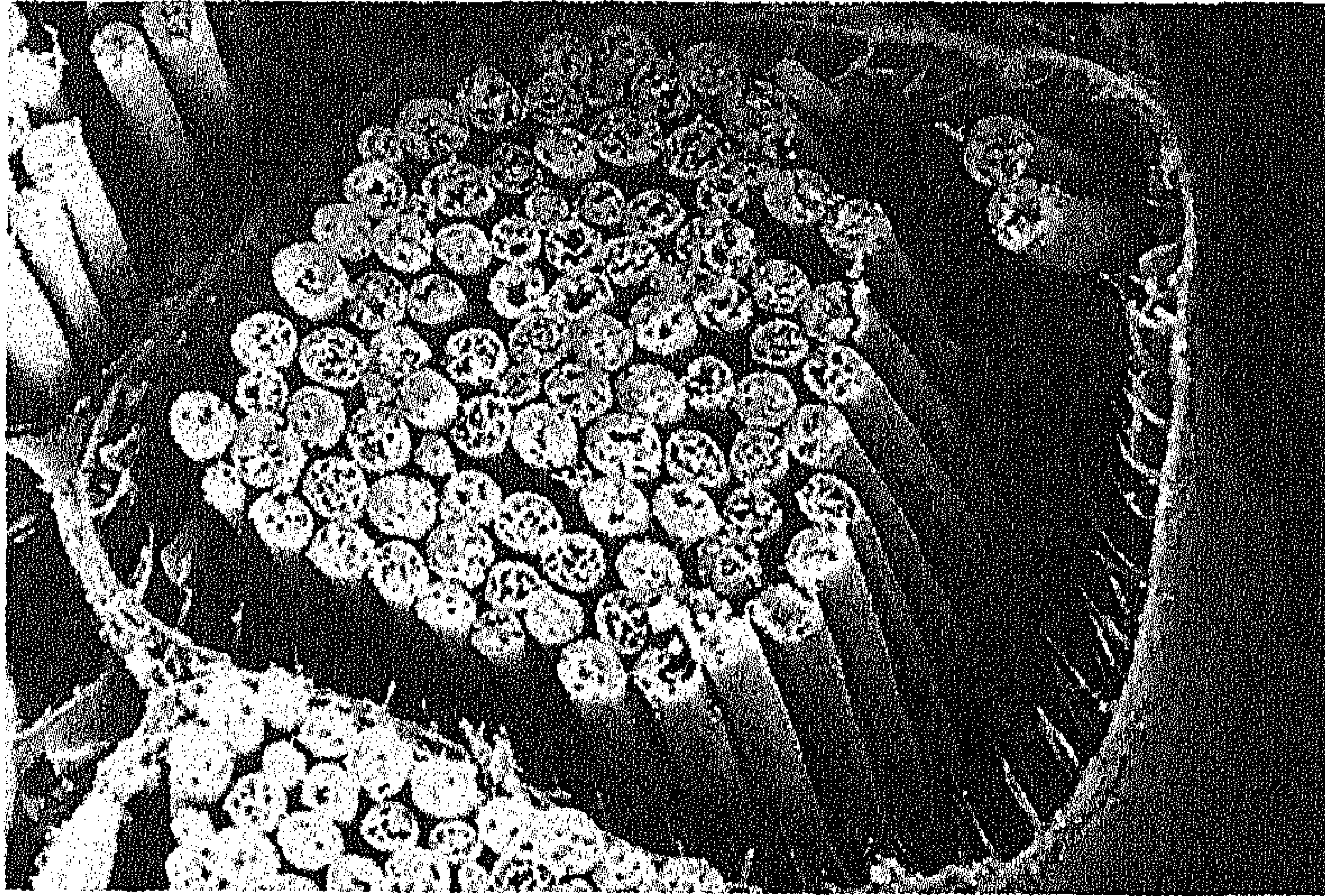
انتشاري. في النمط التكاثري تنتقل يرقات الجيل الرابع للنيماتودا إلى اشجار صنوبر ميتة حديثا أو شبه ميتة لكنها ذات قلف بواسطة حشرات *Monochamus* والتي تحمل النيماتودا داخل قصباتها الهوائية عند وضعها للبيض في هذه الأشجار (شكل12.5) . تتغذى يرقات الحشرة الناقلة على الخشب الكامبيومي لأسابيع ثم تنتقل إلى الخشب العصيري . تترك النيماتودا الحشرات لتدخل إلى انسجة الشجرة من خلال الثقوب التي احدثتها الحشرة الناقلة اثناء وضعها للبيض. تتغذى يرقات النيماتودا على الخيوط الفطرية لبعض الفطريات خصوصا *Ceratocystis* spp. التي تنتقل هي ايضا بواسطة الحشرات وتنمو على الخشب.



شكل 12.4 : أضرار النيماتودا *B. xylophilus* على الخشب المصاب
عن : (L.D. Dwinell, USDA Forest Service, **www.forestryimages.org**)

تنسلخ يرقات الجيل الرابع سريعا لتتحول إلى بالغات. تقوم الإناث بوضع البيض وتصبح آهلة النيماتودا في النمط التكاثري السريع مكونة من البالغات وجميع

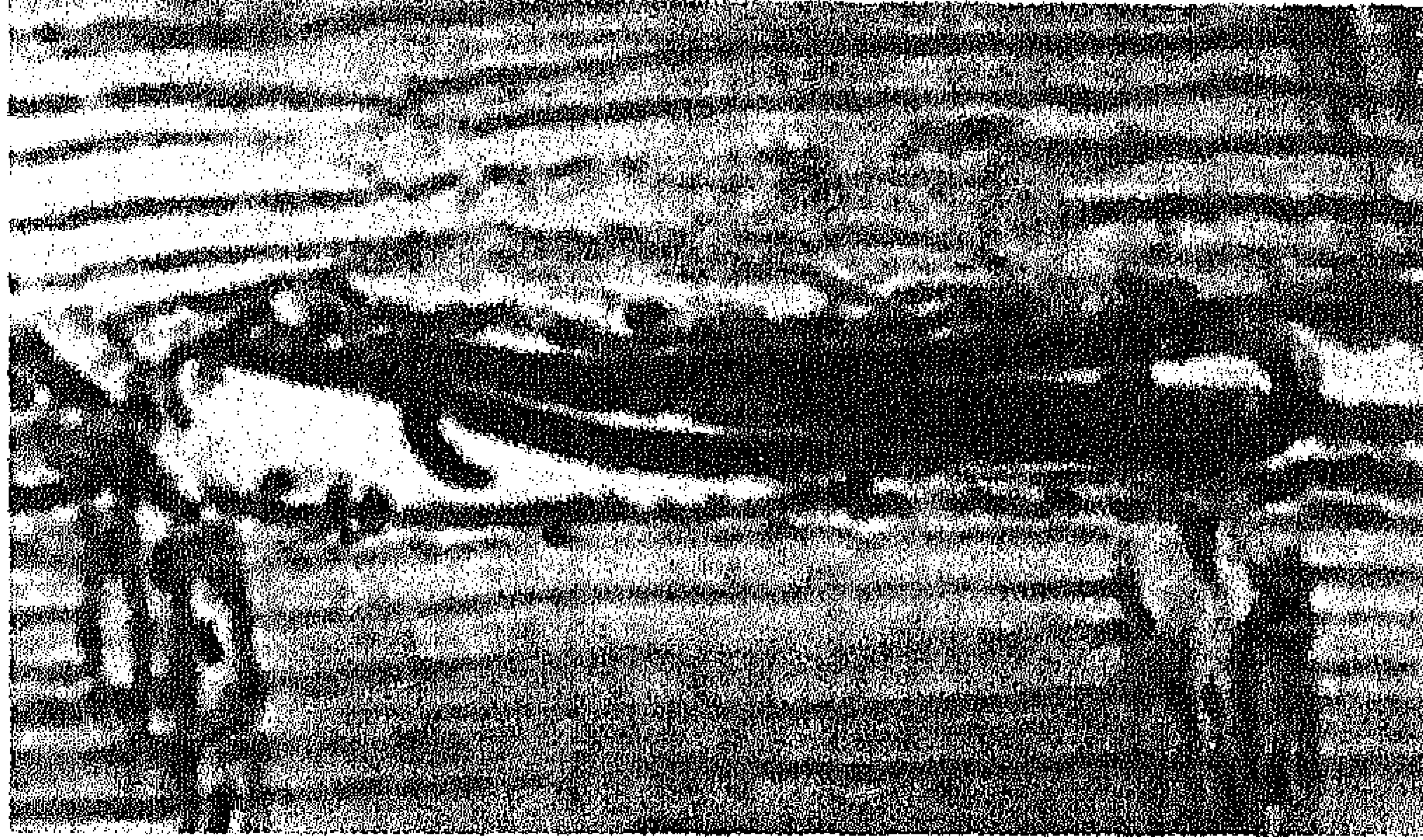
الأطوار اليرقية. بعد وقت من التغذي والتكاثر وربما بسبب إنخفاض مستوى المواد المغذية التي أستنفذها الفطر أو موت الشجرة تتوقف عملية التكاثر وتنحدر أعداد النيماتودا لتتكون يرقات جيل ثالث مختلفة تسمى يرقات الجيل الثالث الانتشارية (Dispersal Third-Stage Larva). هذه اليرقات تكون مقاومة للظروف غير الملائمة. تتجمع هذه اليرقات مع الفطر أيضا الذي يكوّن تراكيب ثمرية كيسية دورقية حول عذارى حشرة *Monochamus* وقبيل خروج الحشرة تنسلخ يرقة النيماتودا لتتحول إلى يرقة الجيل الرابع. تنطلق حشرات *Monochamus* غير البالغة حاملة معها النيماتودا. النمط الحياتي هذا يسود في أمريكا الشمالية و هو مشابه لنمط حياة بقية أنواع نيماتودا *Bursaphelenchus*(Donald *et al.*,2003 ; EPPO/CABI, 1996). في اليابان أكثر من 75 % من بالغات خنفساء نشارة الخشب تحمل يرقات انتشارية للنيماتودا بواقع 15 000 / حشرة وقد تبلغ حتى 230 000 نيماتودا / حشرة(Ferris, 2005e).



شكل 12.5 : نيماتودا *B. xylophilus* داخل القصبات الهوائية لخنفساء نشارة الخشب *Monochamus* تظهر بشكل تراكيب مدورة مقطوعة عرضيا

عن : (Donald *et al.*,2003)

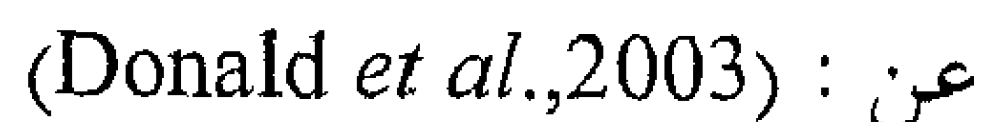
اما في آسيا حيث تجد هذه النيماتودا أنواع صنوبر حساسة أو غير متوطنة تسلك النيماتودا نمطا مختلفا. فبعد نقلها من قبل الحشرات غير البالغة إلى أشجار صنوبر حديثة للتغذي تدخل النيماتودا عبر الجروح التي تحدثها الحشرة. تصل النيماتودا إلى القنوات الراتنجية في القشرة متغذية على الخلايا المحيطة بها (شكل12.6).



شكل 12.6 : نيماتودا *B. xylophilus* داخل قناة راتنجية محورية لخشب الصنوبر
Pinus densiflora

عن : (Y. Mamiya, Japan, EPPO,2008)

تتكاثر النيماتودا وبعد 3 أسابيع تظهر أولى أعراض المرض بإنخفاض إفراز Oleoresin وتصبح الشجرة هدفا .لهجوم بالغات حشرة *Monochamus* حيث تتجمع من أجل التزاوج. في هذه المرحلة تظهر أعراض الذبول والإصفرار على الأوراق. بعد حوالي 30 إلى 40 يوما تموت الشجرة وفيها ملايين النيماتودا متوزعة على جميع أجزائها. ثم تتجمع النيماتودا حول عذارى الحشرة لتعاود دورة حياتها (شكل12.7). في الأشجار الكبيرة التي يزيد عمرها عن 4 سنوات لا توجد قشرة وبالتالي تقوم النيماتودا بغزو القنوات الراتنجية للخشب وتحليل الخلايا المحيطة ومنها إلى بقية انسجة الشجرة(Donald *et al.*,2003 ; EPPO/CABI, 1996).



شكل 12.7 : دورة حياة النيماتودا *B. xylophilus*

عن : (Donald *et al.*,2003)

تنتقل النيماتودا داخل انسجة الخشب للشجرة المصابة بنشاط لكنها تحتاج إلى خنفساء نشارة الخشب من اجل الإنتقال من شجرة إلى اخرى. بالغات خنفساء نشارة الخشب تتمكن من الطيران بعد 5 ايام من خروجها ويمكنها الإنتقال على مسافة بضع مئات من الأمتار. أما إنتقال النيماتودا عبر البلدان فيتم من خلال تجارة الأخشاب وكذلك نشارة الخشب الملوثة. الإنتقال الفعال في مثل هذه الحالات يتم عندما تكون

الأخشاب ملوثة بالنيماتودا *B. xylophilus* وناقلها الحيوي *Monochamus* spp.) (EPPO/CABI, 1996). ونظرا لأهمية المرض وسعة انتشاره طور (Keem *et al.*,2001) طريقة تعتمد الإستشعار عن بعد وصور الأقمار الصناعية والنماذج الأرضية من أجل تقدير انتشار المرض ومراحل تطوره وأضراره.

يمكن تنمية النيماتودا *B. xylophilus* في المختبر على مزارع الفطريات حيث تتكاثر خلال 12 يوما في 15 مْ و6 أيام في 20 مْ و3 أيام في 30 مْ. يبدأ وضع البيض من قبل الإناث بعد 4 ايام من فقس البيوض وتفقس البيضة خلال 26 – 32 ساعة في 26 مْ. الدرجة الصغرى لنمو النيماتودا 9.5 مْ(EPPO/CABI, 1996). أما على خشب الصنوبر الملقح بالنيماتودا *B. xylophilus* في درجات حضانة 3 و12 و30 و40 مْ ولمدة 47 و82 و130 يوما فكان اعلى عدد للنيماتودا في 3 مْ كذلك عدد ونسبة اليرقات التكاثرية بعد 47 يوما لكن النسبة كانت أعلى في 30 مْ لمدة 130 يوما. وكانت نسبة يرقات الجيل الثالث الانتشارية أعلى في درجات حرارة 3 و12 من 30 مْ على عكس نسبة البالغات التي كانت أعلى في 30 مْ. كما ان

النيماتودا لم تتمكن من الحياة في 40 مْ (Tomminen *et al.*,1991). بينت التجارب المختبرية ان النيماتودا *B. xylophilus* تفضل النمو على الخشب بمستوى رطوبة منخفض نسبيا (38 %) مقارنة بنسب الرطوبة العالية (92 إلى 217 %)(Halik *et al.*,1990).

بين (Yu *et al.*,2005) أن الآهلات الفواعة من *B. xylophilus* تتميز بقدرتها على التغذي على الفطريات وسرعة تكاثرها وقصر زمن الجيل.

أظهرت تجارب العدوى الإصطناعية بالنيماتودا *B. xylophilus* على اشجار صنوبر بعمر 20 سنة انها يمكن ان تبقى حية لمدة 5 إلى 6 سنوات في الأشجار التي تبدو سليمة والأشجار الميتة(Bergdahl *et al.*,1993 ; Halik & Bergdahl, 1994). وتمكنت هذه النيماتودا من البقاء حية لمدة 12 اسبوعا في الأخشاب المختلطة مع التربة واظهرت قدرة على إصابة بادرات الصنوبر المجروحة عند قاعدتها في تجارب الأصص والحقل(Halik & Bergdahl, 1992).

السيطرة على المرض (**Control**)

1 . منع دخول الأشجار أو الأخشاب أو النشارة الملوثة بالمسبب المرضي وناقله الحيوي عن طريق إجراءات الحجر الزراعي.

2 . قلع الأشجار المصابة.

3 . المكافحة الكيميائية للحشرة الناقلة، علما أن ثمة بحوث تجري لإيجاد مكافحة حيوية للنيماتودا والحشرة الناقلة والحصول على أصناف صنوبر مقاومة(EPPO/CABI, 1996).

مرض الحلقة الحمراء على النخيل

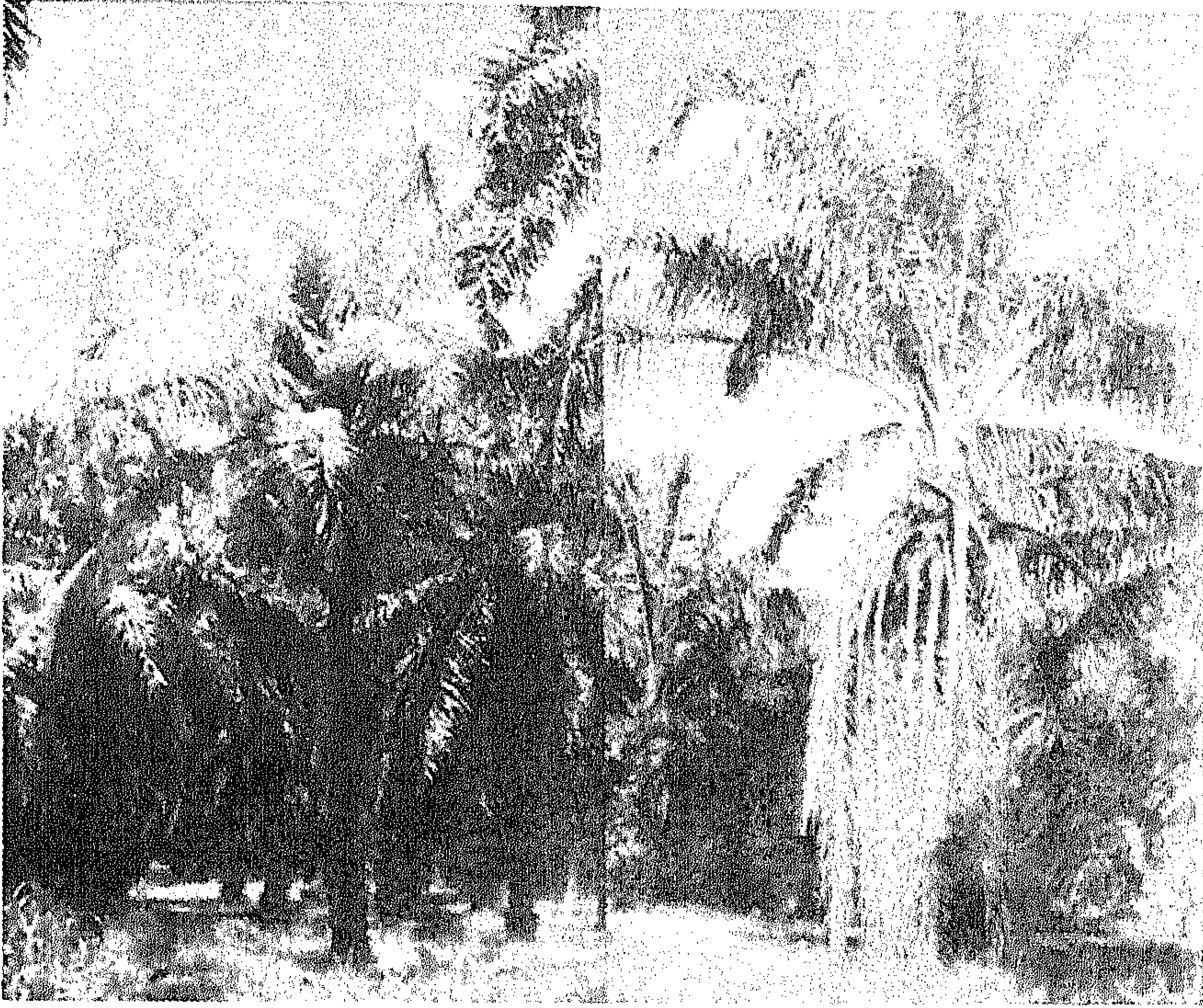
Bursaphelenchus cocophilus

الممرض (**Pathogen**) : يتسبب مرض الحلقة الحمراء على النخيل عن الإصابة بنيماتودا *Bursaphelenchus cocophilus*. أكتشف المرض سنة 1905 في ترينيداد بأمريكا الجنوبية على أشجار جوز الهند *Cocos nucifera*. تصيب النيماتودا إضافة إلى جوز الهند بضعة أنواع من أشجار النخيل الإستوائية بضمنها نخيل التمر *Phoenix dactylifera* ونخيل الكناري لكنه

يكون أكثر شيوعا على نخيل الزيت الأفريقي *Elaeis guineensis* وجوز الهند. هذه النيماتودا تتطفل على سوسة النخيل *Rhynchophorus palmarum* والتي تنقله إلى أشجار النخيل عبر الجروح الحديثة في جذع النخلة.

ينتشر المرض في دول أمريكا الوسطى والبحر الكاريبي وأمريكا الجنوبية. يعتبر مرض الحلقة الحمراء من اهم الأمراض على النخيل في المناطق الإستوائية فقد تسبب بموت حوالي 35 % من اشجار جوز الهند في ترينيداد وفنزويلا وفي المناطق الموبوؤة بشدة تسببت خسائر بالأشجار وصلت إلى 60 %.

الأعراض (Symptoms)



شكل 12.8 : الأعراض الخارجية لمرض الحلقة الحمراء على جوز الهند المتسبب عن النيماتودا *B. cocophilus*

عن : (Chinchilla , C. M.)

http://www.asd-cr.com/ASD-Pub/Bol01/fig01.htm

الأعراض الخارجية للمرض تظهر بعد حوالي شهرين من بدء الإصابة بالنيماتودا بشكل قصر في طول الأوراق القديمة وتشوهها وتحول لونها إلى الأصفر البرونزي بدءا من نهايتها نحو الأسفل. وبعد ظهور الأعراض على الأوراق القديمة تظهر على الأوراق الحديثة أيضا. الأوراق المظهرة للأعراض تذبل وتجف ثم تموت (شكل12.8). أما على بعض أنواع نخيل الزيت الأفريقية والأشجار القديمة فيحصل

تكوين لأوراق قصيرة دون أن يصاحب ذلك تغير في لونها. هذا المرض يكون مزمنا ويؤدي إلى مرض الحلقة الحمراء. ومع تقدم المرض تصغر الأوراق أكثر ليتحول مركز راس النخلة إلى مايشبه القمع. في الأشجار المثمرة يحصل ذبول للنورة الزهرية وتساقط قبل الأوان للثمار بمختلف مراحل النضج.



شكل 12.9 : عرض الحلقة الحمراء كما يبدو في المقطع العرضي لجذع نخلة مصابة بمرض الحلقة الحمراء المتسبب عن الإصابة بنيماتودا *B. cocophilus*
عن : (Brammer & Crow,2002)

لكن الأعراض الداخلية تسبق ظهور الأعراض الخارجية وتحصل خلال 2 إلى 3 أسابيع من بدء الإصابة. العرض الأهم والذي أتخذ اسما للمرض هو ظهور حلقة

دائرية حمراء عرضها 3 إلى 5 سم في جذع النخلة بعمق 5 سم من المحيط وعلى إرتفاع 30 إلى 210 سم من سطح التربة (شكل12.9). لون الحلقة النموذجي هو احمر براق لكنه يمكن ان يكون بظلال وردية أو كريمية أو بنية داكنة في أنواع نخيل الزيت الأفريقي.

إن وجود النيماتودا الكثيف داخل النسيج المصاب (50000 نيماتودا / 10 غم) ونواتج تحليلها للمواد وكذلك تحفيز اوعية الخشب على تكوين التايلوزات يؤدي إلى إغلاق الأوعية الناقلة وبالتالي حصول عملية الذبول.

تطور المرض (Development of Disease)

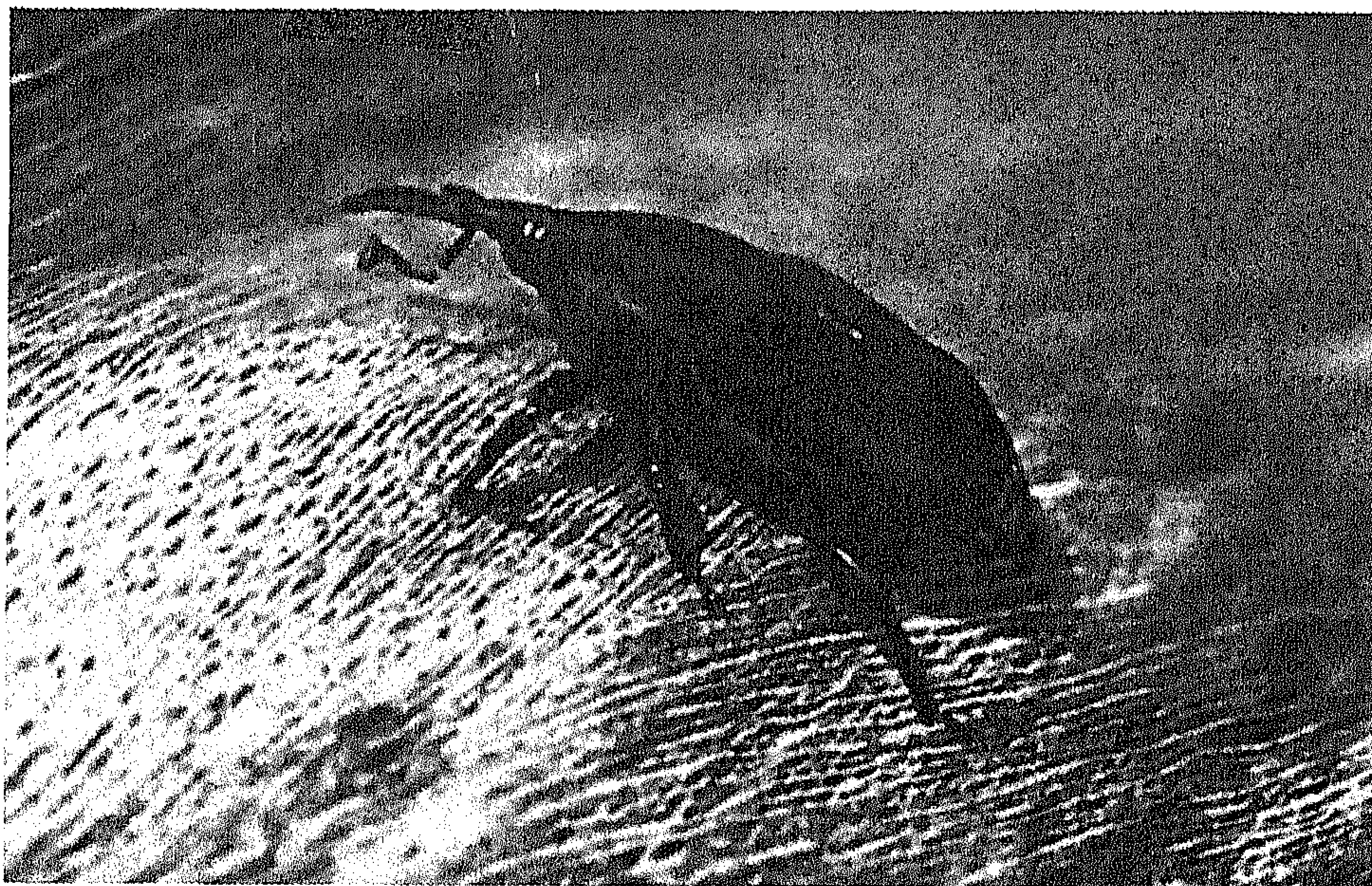
تهاجم النيماتود نخيل جوز الهند الحديثة بعمر 3 - 7 سنوات والتي تموت بعد 6 – 8 أسابيع بعد ظهور الأعراض. اما الأشجار القديمة المصابة فتموت بعد حوالي 20 إسبوعا.

أحيانا يمكن أن يتحول المرض إلى مرض مزمن حيث تكوّن النخلة أوراقا قصيرة لسنوات وفي حالات قليلة يمكن أن تشفى النخلة لكن المرض يعاودها مرة أخرى في السنوات اللاحقة.

عند إصابة سوسة النخيل *R. palmarum* للشجرة تنقل يرقات الجيل الثاث لنيماتودا الحلقة الحمراء *B. cocophilus* مع وضعها للبيض (شكل12.10).

تبدأ يرقات النيماتودا بالتغذي على الخلايا البرنكيمية لجذع النخلة وتمر بأطوار الإنسلاخ لتكون البالغات وتتكاثر. بعد فقس بيوض حشرة السوسة تقوم يرقات الحشرة بإبتلاع مئات الآلاف من يرقات النيماتودا التي تبقى فيها دون ان تتكاثر بداخلها حتى بعد معانات الأخيرة لأدوار إستحالتها وتحولها إلى بالغات حيث ترفعها معها وهي في الطور اليرقي الثالث وباعداد تقدر بالمئات عند مغادرتها للأشجار المصابة وإصابتها لأشجار جديدة. اشجار النخيل الميتة بسبب الإصابة بالنيماتودا تطلق رائحة تجتذب مزيدا من حشرات السوسة التي تحمل معها النيماتودا عند تغذيها على أنسجة الحلقة الحمراء. يمكن ان تنتقل النيماتودا بواسطة عوامل حية اخرى وإن كان ذلك بدرجات أقل كالنمل والعناكب وانواع اخرى من حشرات السوسة. ويمكن ان تنتقل النيماتودا

على ادوات القطع المستخدمة في قص أو تقطيع الأشجار المصابة. تكمل النيماتودا دورة حياتها خلال ايام (شكل12.11).



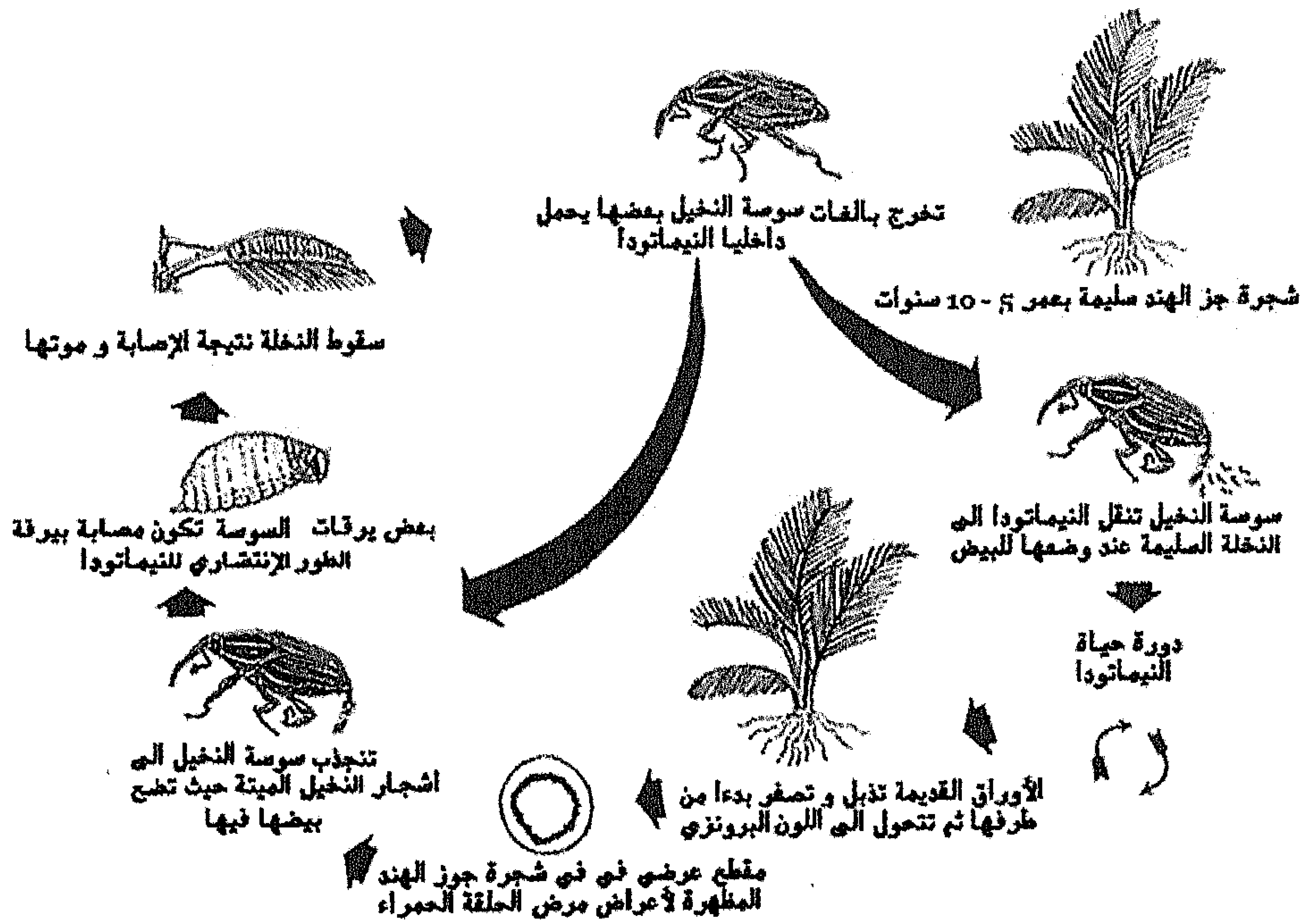
شكل 12.10 : حشرة سوسة النخيل *Rhynchophorus palmarum* تنقل نيماتودا *B. cocophilus* المسببة لمرض الحلقة الحمراء على النخيل
عن : (Brammer & Crow,2002)

تتمكن نيماتودا *B. cocophilus* من إصابة الجذور أو الأجزاء الهوائية للنخلة.

نيماتودا *B. cocophilus* تكون رفيعة بطول حوالي 1 ملم وقطر 15 مكم وهي قريبة الشبه جدا من نيماتودا ذبول الصنوبر.

تبقى تيماتودا *B. cocophilus* على حشرة السوسة أو في التربة حية لمدة قصيرة لا تتجاوز الأسبوع لكنها تتمكن من البقاء لمدة 16 اسبوعا في قشرة جوز الهند و90

أسبوعا في بادرات جوز الهند ويمكن لها البقاء لفترات طويلة داخل حشرة السوسة. تتمكن النيماتودا من الحركة داخل التربة لتقطع مسافة 5.6 ملم في الساعة وداخل الجذر 0.25 ملم في الساعة الواحدة. تتواجد هذه النيماتودا في التربة بعمق 30 – 40 سم لكنها يمكن ان توجد بعمق 80 سم (Brammer & Crow,2002 ; Agrios,1997).



شكل 12.11 : علاقة النيماتودا *B. cocophilus* مع سوسة النخيل *R. palmarum* والعائل

عن : (Giblin-Davis *et al.*,)

السيطرة على المرض (**Control**)

1 . قلع الأشجار المصابة.

2 . مكافحة حشرة السوسة الناقلة للنيماتودا.

الفصل الثالث عشر Chapter 13

أمراض النبات المتسببة عن الحيوانات الإبتدائية المسوطة

Plant Diseases Caused by Flagellate Protozoa

أهمية وأنواع الحيوانات الإبتدائية المسوطة

Importance and Species of Flagellate Protozoa

الحيوانات الإبتدائية كائنات حية احادية الخلية حقيقية النواة متحركة قد تشترك بعض أنواعها في بعض الصفات مع الفطريات (التكاثر بواسطة السبورات) أو النباتات (إمتلاك البلاستيدات الخضراء) تعيش في بيئات مائية أو في ظروف عالية الرطوبة على اليابسة. تتبع مملكة الأوليات *Protista* التي يمكن ان تقسم إلى ممالك بسبب التميز الواضح لشعبها وعليه يعتبر بعض الباحثين أن *Protozoa* هي مملكة الحيوانات الإبتدائية. حسب التقسيم التقليدي الذي يستند اساسا إلى الحركة تقسم الحيوانات الإبتدائية إلى 4 مجاميع هي الحيوانات الإبتدائية الأميبية Sarcodines والحيوانات الإبتدائية المسوطة Mastigotes واللذين غالبا ما يجمعان معا في تشكيلة واحدة تسمى الأميبية المسوطة Sarcomastigotes والحيوانات الإبتدائية الهدبية Ciliates والحيوانات الإبتدائية البوغية Sporozoans. أما التقسيم الحديث فيجعل الحيوانات

الإبتدائية في 7 شعب هي : *Apicomplexa* و*Sarcomastigophora* و*Microspora* و*Ciliophora* و*Acetosphora* و *Myxospora* و *Labyrinthomorpha*. الأربع شعب الأولى تضم أنواع ممرضة للإنسان والحيوانات(McDarby, 2007 ; University at Albany School of Public Health,2004).

أول تقرير عن دور الحيوانات الإبتدائية Trypanosomatids تم من قبل Lafont سنة 1905 حيث لاحظ وجود حيوانات إبتدائية مسوطة في الخلايا المحتوية على الحليب النباتي (Latex) في نباتات من عائلة *Euphorbiacae*. إن معظم الحيوانات الإبتدائية التي اكتشف وجودها في النباتات تعود إلى Promastigotes والقليل منها إلى Choanomastigotes وتنتقل إلى عوائلها النباتية بواسطة الحشرات المتغذية على النبات(Miranda *et al*.,2004). الطفيليات التريبانوسوماتيدية (Trypanosomatid) واسعة الانتشار في الحليب النباتي (Latex) واللحاء وعصير الفواكه والبذور وحتى رحيق الأزهار. هذه الحيونات الإبتدائية النباتية لا تختلف مظهريا عن غيرها سوى بإلتفاف جسمها الخلوي(Camargo,1999).

وجد (Dollet *et al*.,2001a) دائرة جينية صغيرة (Minicircle) في الحيوانات الإبتدائية التي تعيش في لحاء النباتات تشترك فيها أنواع Trypanosomatids النباتية مما يمكن من تفريقها عن تلك التي تصيب الحشرات.

عائلة Trypanosomatidae تتألف من 4 أجناس تصيب الفقاريات : *Trypanosoma* و*Leishmania* و*Endotrypanum* و5 أجناس تصيب الحشرات *Leptomonas* و*Crithidia* و*Blastocrithidia* و*Herpetomonas* و*Rhynchoidomonas* وجنس واحد يصيب النباتات : *Phytomonas*(Vermelho *et al*.,2010).c و من اجل تفريق الحيوانات الإبتدائية النباتية المرافقة أو المسببة للأمراض عن الحيوانات الإبتدائية المسببة للأمراض في الإنسان أو الحيوانات، تم وضعها سنة 1909 في جنس واحد هو *Phytomonas* تابع إلى عائلة *Trypanosomatidae*. يبدو ان أنواع جنس *Phytomonas* قريبة تطوريا من انواع الجنس الممرض للإنسان *Leishmania* spp. والأنواع الأحادية الحشرة العائلة منها إلى أنواع *Trypanosoma* spp.(Marín *et al*.,2008). إن هذا الجنس في الواقع لا يضم جميع الحيوانات الإبتدائية من النباتات لكنه يشمل 3 مجاميع : المجموعة الأولى

تتمثل بالحيوانات الإبتدائية المقتصر وجودها على نسيج اللحاء وتكون ممرضة لنخيل جوز الهند ونخيل الزيت (جنس *Phytomonas*) والمجموعة الثانية هي تلك التي تتواجد في قنوات الحليب النباتي والتي تظهر سلوكا تعايشيا من نوع ما والمجموعة الثالثة التي تعزل من الفواكه والبذور وهي معقدة وقد تعود إلى بضعة اجناس(Uttaro *et al.*,1997).

لكن ثمة أنواع تعزل من الفواكه وهي في مرحلة إنتقالية نتيجة التغذي الحديث للحشرات وليس نتيجة إصابات مزمنة أو حالة تعايشية وتعود إلى الأجناس *Leptomonas* و*Herpetomonas* و*Crithidia*.

ثمة أنواع تعود إلى 4 أجناس على الأقل تعزل من ثمار الطماطة وهي غير ممرضة ويمكن تنميتها في المختبر بسهولة مقارنة بالأنواع المقتصر وجودها على اللحاء. تم استخدام التقنيات الجزيئية (Spliced Leader RNA Gene) للتمييز بين مجموعتين من الحيوانات الإبتدائية المقتصر وجودها على اللحاء(Dollet *et al.*,2001b). إضافة إلى ذلك أوصل معرفة تتابعات جينات S rRNA 5 ومناطق الدائرة الصغيرة (Minicircle) وITS أوبرون الرايبوسوم إلى تشخيص 8 (أو 10 على الأغلب) مجاميع تصنيفية من هذه المسببات المرضية. لكن تتابعات الجينوم الكامل لأي من أنوع *Phytomonas* لم ينجز بعد بينما يتوفر للأنواع الممرضة للإنسان *Leishmania major* و*Trypanosoma brucei* و*T. cruzi*(Marín *et al.*,2008).

تتكاثر الحيوانات الإبتدائية من *Trypanosomatidae* في مختلف الأنسجة النباتية فبعض أنواع الجنس *Phytomonas* الممرضة تعيش في الأنابيب المنخلية للحاء نباتات جوز الهند ونخيل الزيت والبن وتحدث أعراض خرجية وداخلية وتسبب خسائر إقتصادية مهمة وتؤثر سلبا على البيئة بسبب الاستخدام المكثف للمبيدات الكيميائية الحشرية من أجل مكافحتها . هذه الأمراض تنتشر في مناطق أمريكا الجنوبية. وهناك أنواع تعيش في الخلايا المحتوية على الحليب النباتي وهي ليست ممرضة بإستثناء *P. franÇai* التي ترافق الجذور الفارغة وتدهور نبات الكازافا.

أهم الأمراض المعروفة التي تسببها الحيوانات الإبتدائية على النباتات هي نخر لحاء البن والإصفرار المميت على جوز الهند ومرض الذبول المفاجيء على نخيل الزيت.

إن جميع الحيونات الإبتدائية المتطفلة على النبات يمكن زراعتها على أوساط زرعية خاصة لكن تلك المقتصر وجودها على اللحاء تحتاج إلى تنميتها لعدة مرات على أوساط تحتوي مزارع خلايا الحشرات قبل تنميتها على أوساط خالية من الخلايا.

يبدو أن الحيوانات الإبتدائية التي تنمو في نسيج اللحاء تسبب عرقلة أو إيقاف تدفق منتجات التركيب الضوئي. امل تلك لتي تنو في لخلايا المنتجة للحليب النباتي فإنها تنتج إنزيمات محللة للمواد لبكتينية والسليلوز. والحيوانات الإبتدائية النامية في الثمار يمكن أن تؤثر من خلال الإصابات المترافقة مع الفطريات أو البكتريا الثانوية.

تنتقل الحيوانات الإبتدائية من جنس *Phytomonas* في الحقل عن طريق لتطعيم لطبيعي لجذور الأشجار المتجاورة وكذلك بواسطة الحشرات من عوائل *Penatomidae* أجناس *Lincus* و*Ochlerus* و*Lygaeidae* و*Coreidae*. وقد تلعب بعض الأدغال المصابة بالحيوانات الإبتدائية وغير المظهرة للأعراض كمصدر للإصابة(Agrose,1997).

الفصل الرابع عشر Chapter 14

أمراض الحيوانات الإبتدائية على النبات

Diseases Caused by Protozoa

مرض نخر لحاء البن

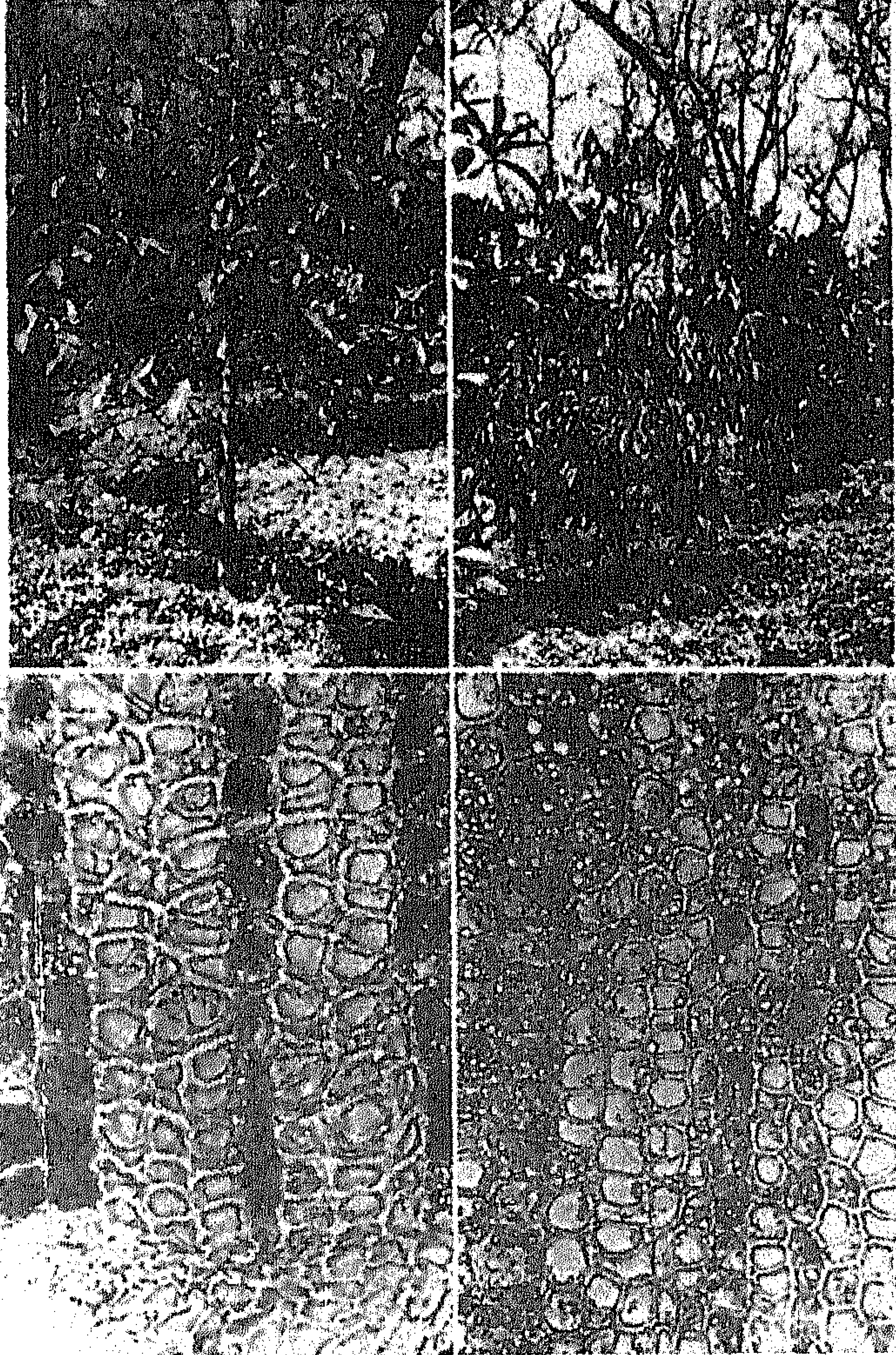
Phloem Necrosis of Coffee

ينتشر هذا المرض في بعض بلدان امريكا الجنوبية بضمنها البرازيل ويصيب البن من أنواع *Coffea liberica* و*C. arabica* وغيرها.

تؤدي الإصابة إلى إصفرار وتساقط الأوراق حيث تترك الشجرة المصابة حاملة عددا قليلا من الأوراق الحديثة على نهايات الأفرع العارية. ومع موت أطراف الجذور تسوء حالة الشجرة ثم تموت. في الساق والجذر تؤدي الإصابة إلى تكوين النسيج المرستيمي الوعائي لعناصر لحائية صغيرة وقصيرة غير منتظمة ملاصقة لإسطوانة الخشب بحيث يتكون قلف غير قابل للفصل عن الإسطوانة الوعائية.

الممرض المسبب *Phytomonas leptovasorum* يكون بشكل خلايا مسوطة مغزلية كبيرة 14 – 18 X 1 – 2 مكرومتر باعداد قليلة في الأنابيب المنخلية للنبات المصاب عند بدء ظهور الأعراض لكنه يصبح بأعداد كبيرة وبأحجام صغيرة 4 – 14 X 0.3 – 1 مكرومتر عند تكوين اللحاء غير الطبيعي كما تظهر اعداد قليلة من خلايا أقصر طولها 2 – 3 مكرومتر تسمى الأشكال اللشمانية في الأنابيب المنخلية القديمة. ثم يظهر الممرض بما يعرف بالشكل " السباكيتي " حيث يكون باعداد كبيرة في الخلايا الحية للغلاف اللحائي غير الطبيعي المحيط بالخشب للساق بينما تكون الخلايا

التي شغلها سابقا فارغة منه (شكل14.1). تتحرك هذه الحيوانات الإبتدائية عموديا من لجذر إلى الساق وعرضيا ضمن نسيج اللحاء وكذلك نحو الأسفل بإتجاه انسجة الجذر غير المتأثرة لكنها لا وجد خارج منطقة النشاط غير الطبيعي للكامبيوم.



شكل 14.1 : ذبول البن (*Coffea liberica*) المتسبب عن الحيوان الإبتدائي المسوط *Coffea liberica*. (A) أعراض الذبول خلال موسم المطر حيث يظهر تساقط الأوراق وإصفرارها. (B) وخلال موسم الجفاف.(C) مقطع عرضي في نسيج اللحاء المصاب. (D) مقطع عرضي في نسيج اللحاء السليم

عن : (Agrios,2005)

ينتقل المسبب المرضي من شجرة إلى اخرى عن طريق التطعيم الطبيعي للجذور بينما لا ينتقل عن طريق تطعيم الأجزاء الهوائية. كما ينتقل المسبب بواسطة حشرات *Linchus*.

مرض الإصفرار المميت على أشجار جوز الهند
Lethal Yellowing of Coconut Palms

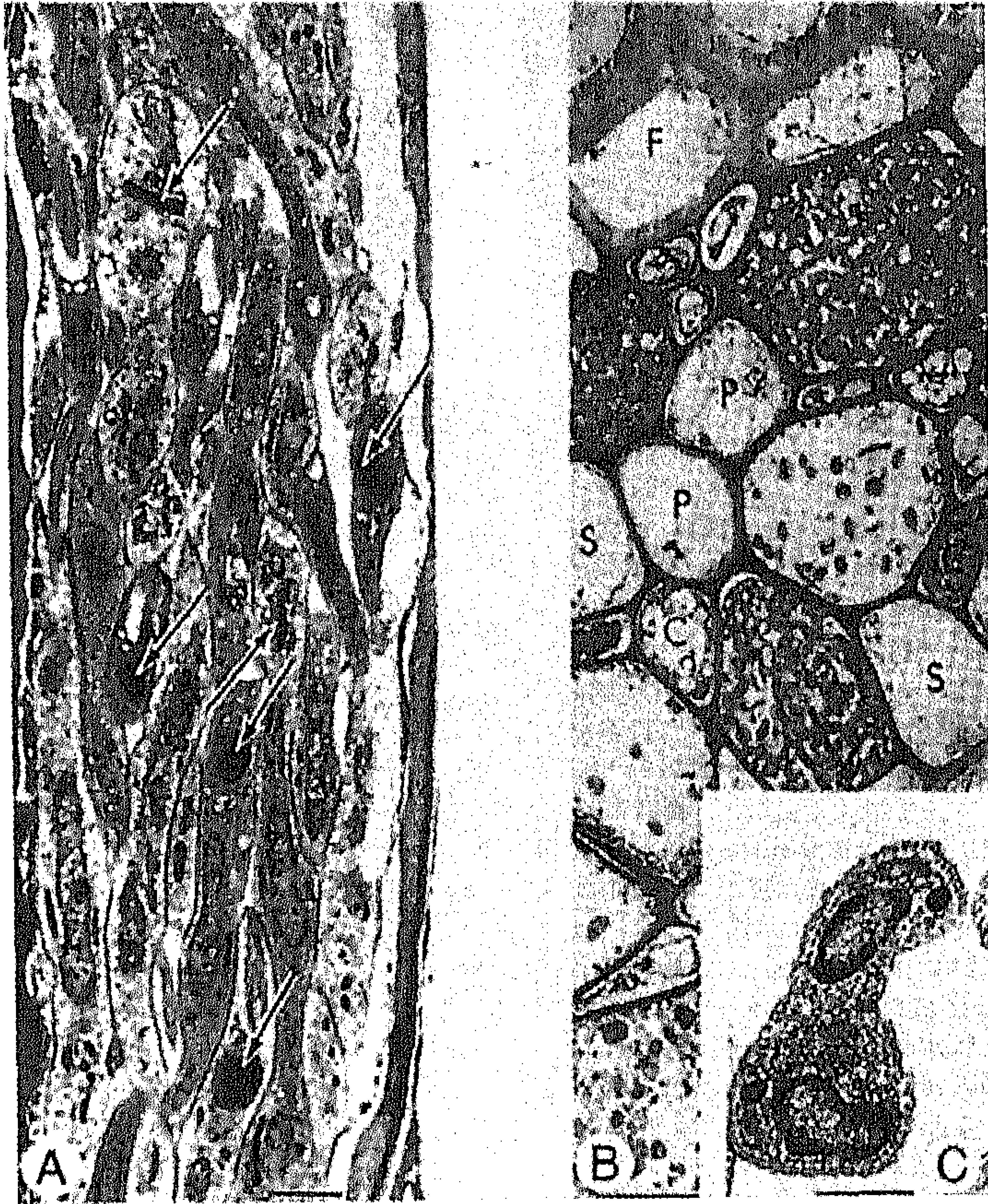
يسمى المرض ايضا بتعفن الرأس (Hartrot) أو الذبول القاتل يصيب اشجار جوز الهند ونخيل الزيت. لوحظ المرض أو مرة على في سورينام بأمريكا الجنوبية سنة 1906 . ينتشر المرض في عدد من دول امريكا الجنوبية بما فيها البرازيل وكوستاريكا وكولومبيا وفنزويلا والبيرو وغيرها.



شكل 14.2: اعراض مرض تعفن الرأس على أشجار جوز الهند المتسبب عن *Phytomonas* spp.

عن : (Dr. M. Dollet, Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux,
Montpellier, Frison *et al.*,1991)

يتسبب عن .*Phytomonas* spp حيث يلاحظ ترافق هذه الحيوانات الإبتدائية مع انسجة أشجار جوز الهند المصابة ولكن لم يتم التحقق من المسبب بتبيق فرضيات كوخ.



شكل 14.3 : الحيوان الإبتدائي *Phytomonas* في الأنابيب المنخلية للنورة الزهرية لشجرة جوز هند مصابة بمرض تعفن الرأس. (A) مقطع طولي و(B) مقطع عرضي لخلايا اللحاء وهي مليئة بخلايا الحيوان الإبتدائي.(C) خلية الممرض وهي تعاني انقساما طوليا. السهام تشير إلى DNA الكاينيتوبلاست للممرض. F= خلية الليف، P= برنكيما اللحاء، C=خلية مرافقة، S= أنابيب منخلية خالية من الممرض

عن : (Agrios,2005)

تظهر الأعراض بشكل إصفرار ثم إسمرار للأوراق القديمة يبدأ من طرف الأوراق بإتجاه قواعدها. الثمار غير الناضجة يمكن ان تسقط لكن الثمار الناضجة تبقى على الشجرة لفترة طويلة. يمتد الإصفرار إلى الأوراق الحديثة بينما تصبح الأوراق القديمة منخورة كما تنخر النورة الزهرية وتنهار حيث تظهر النورة المتفتحة حديثا سوداء اللون. أخيرا ومع إسمرار معظم أو كل الأوراق وسقوط الثمار يحصل تعفن في قاعدة الورقة الرمحية يمتد إلى النسيج المرستيمي في رأس أو قلب الشجرة وتصبح رائحته كريهة ثم تموت الشجرة (شكل14.2). موت الأشجار يحصل عادة خلال شهر إلى بضعة اشهر من بدء ظهور الأعراض.

توجد خلايا المسبب المرضي في الأنابيب المنخلية الناضجة للأوراق الحديثة والنورة الزهرية للأشجار المصابة وتزداد مع تقدم الإصابة. في المراحل المتقدمة من المرض يوجد المسبب في 10 إلى 100 % من الأنابيب المنخلية التي يغلق العديد منها بخلايا المسبب المرضي الذي تتموضع خلاياه بشكل طولي في اللحاء (شكل14.3).

خلايا هذه الحيوانات الإبتدائية طولها 12 – 18 وقطرها 1 – 2.5 مكرومتر.

ينتشر مسبب المرض بواسطة حشرات *Lincus croupius* و *L. tumidifrons* و *L. lethifer* و *Oclerus* sp. العائدة إلى *Pentatomidae* , *Heteroptera* (Frison *et al.*,1991, Agrios,1997).

مرض الذبول المفاجيء (ماركيتيز) على نخيل الزيت

Sudden Wilt (Marchitez) of Oil Palms

من أمراض الحيوانات الإبتدائية المهمة على نخيل الزيت ينتشر منذ سنوات 1960 في المناطق الشمالية من أمريكا الجنوبية ويدمر بعضا من اشجار النخيل في بؤرة الإصابة لينتشر بسرعة على مساحات واسعة.



شكل 14.4 : أعراض مرض الذبول المفاجيء (ماركيتيز) على شجرة نخيل الزيت بعمر سنتين(يسار) وعلى شجرة بعمر 18 سنة تظهر الذبول المفاجيء
عن : (Agrios,2005)

تبدأ الأعراض بشكل إسمرار لأطراف الوريقات للسعفات السفلية ثم ينتشر إلى الأوراق العلوية ويصبح الون رماديا (شكل14.4). تترافق هذه الأعراض مع موت أطراف الجذور ثم تدهور المجموع الجذري. نتيجة لهذه الأضرار يبطأ نمو النبات وتتلون عذوق الثمار وتتعفن أو تسقط وخلال أسابيع قليلة تصبح جميع الأوراق رمادية اللون وتتيبس وتموت النخلة. خلايا الحيوانات الإبتدائية المسببة تتواجد في الأنابيب المنخلية بجميع أجزاء النبات المصاب.

ينتقل مسبب المرض بواسطة حشرات *Lincus* و*Oclerus*(Agrios,1997).

مرض الجذر الفارغ في الكازافا

Empty root of cassava

لوحظ المرض في احدى مقاطعات البرازيل على بعض أصناف محصول الكزافا *Manihot esculenta*. المرض يسبب ضعف نمو الجذور حيث تبقى صغيرة، رفيعة وتحتوي القليل من النشاء. على الأجزاء الهوائية يحصل إصفرار للأوراق وتدهور النبات. في النبات المصاب يوجد الكثير من الحيونات الإبتدائية في قنوات الحليب النباتي وليس في اللحاء والتي يمكن ان ترى بسهولة تحت المجهر الضوئي.

يمكن ان ينتقل المرض بواسطة التطعيم لكنه ينتقل في الحقل بسرعة بواسطة الحشرات(Agrios,1997).

الحيوانات الإبتدائية التريبانوسومية على الفواكه والبذور

Trypanosomatids of Fruit and Seed

تم عزل العديد من الحيوانات الإبتدائية التريبانوسومية من محاصيل الفواكه المهمة إقتصاديا في جنوب إسبانيا وصنفت بإعتبارها تعود إلى جنس *Phytomonas* (Sanchez-Moreno *et al.*, 1995 ; Uttaro *et al.*, 1997). وفي دراسات لاحقة تبين أن هذه الحيوانات الإبتدئية ذات منشأ تطوري مشترك وأنها تتطفل على بعض الأنواع النباتية. وفي محاولة لإيجاد مصدر الحيوانات الإبتدائية في النباتات القريبة من محاصيل الفواكه والخضر تم عزل حيونات إبتدائية جديدة من البرسيم *Trifolium glomeratum* وكانت متماثلة مع تلك الحيوانات الإبتدائية المعزولة من الفواكه كالطماطة والمانجو في بعض الصفات الكيموحيوية (Isoenzymatic analysis) والوراثية (kDNA analysis) المتخذة كاساس للتصنيف ونبات *Amaranthus retroflexus* الذي أظهر صفات مختلفة ترجح أن يكون مختلفا عن الأنواع الأخرى من حيث نشوءه التطوري(Marín *et al.*,2000). هذه النتائج تشير بوضوح إلى عدم

إقتصار وجود الحيوانات الإبتدائية على ناطق أمريكا الجنبية والى إمكانية وجود مصادر نباتية على المحاصيل والأدغال تنتشر منها الحيوانات الإبتدائية إلى المحاصيل الإقتصادية الأخرى.

المراجع

إبـراهيم، إبـراهيم خيـري عتـريس. 2007 . أمـراض وآفـات محاصـيل الحقـل وطـرق المقاومة. منشأة المعارف، الأسكندرية. 319 صفحة

الحازمي،أحمد سعد وأمين وفدي امين علي. 2010 . التغذية والتاثيرات الضارة والأعراض المرضية. الفصل الثالث، صفحة 87 - 122 في : نيماتودا النبات في البلدان العربية - الجزء الأول، إعداد وليد ابراهيم أبو غربية وأحمد سعد الحازمي وزهير عزيز أسطيفان وأحمد عبد السميع دوابة. الطبعة الأولى، دار وائل للنشر، 586 صفحة

الحازمي، أحمد سعد ووليد إبراهيم ابو غربية. 2010 . أضرار نيماتودا النبات واهميتها الإقتصادية في الدول العربية.الفصل السادس صفحة 189 – 214 في : نيماتودا النبات في البلدان العربية - الجزء الأول، إعداد وليد ابراهيم أبو غربية وأحمد سعد الحازمي وزهير عزيز أسطيفان وأحمد عبد السميع دوابة. الطبعة الأولى، دار وائل للنشر، 586 صفحة

اسطيفان، زهير عزيز ووليد غبراهيم ابو غربية. 2010 . نيماتودا تعقد الجذور : الأضرار والخسائر والمكافحة. الفصل التاسع صفحة 285 – 327 في : نيماتودا النبات في البلدان العربية - الجزء الأول، إعداد وليد ابراهيم أبو غربية وأحمد سعد الحازمي وزهير عزيز أسطيفان وأحمد عبد السميع دوابة. الطبعة الأولى، دار وائل للنشر، 586 صفحة

إسماعيل، أحمد السيد وموفق رمضان كراجه وعبد المجيد ياسين. 2010. النيماتودا خارجية التطفل على الجذور. الفصل الرابع عشر صفحة 507 - 551 في : نيماتودا النبات في البلدان العربية - الجزء الأول، إعداد وليد ابراهيم أبو غربية وأحمد سعد الحازمي وزهير عزيز أسطيفان وأحمد عبد السميع دوابة. الطبعة الأولى، دار وائل للنشر، 586 صفحة

دوابة، أحمد عبد السميع وزهير عزيز اسطيفان. 2010 . الشكل الخارجي والتركيب الداخلي للنيماتودا. الفصل الأول صفحة 17 – 59 في : نيماتودا النبات في البلدان العربية - الجزء الأول، إعداد وليد ابراهيم أبو غربية وأحمد سعد الحازمي وزهير عزيز أسطيفان وأحمد عبد السميع دوابة. الطبعة الأولى، دار وائل للنشر، 586 صفحة

دوابة، أحمد عبد السميع وخالد العسس والسيد أبو المعاطي السيد. 2010 . نيماتودا الحوصلات. الفصل العاشر صفحة 329 – 397 في : نيماتودا النبات في البلدان العربية - الجزء الأول، إعداد وليد ابراهيم أبو غربية وأحمد سعد الحازمي وزهير عزيز أسطيفان وأحمد عبد السميع دوابة. الطبعة الأولى، دار وائل للنشر، 586 صفحة

عبد الجواد، محفوظ محمد مصطفى وفهد عبد الله اليحيى وزهير عزيز اسطيفان ووليد ابراهيم ابو غربية. 2010 . نيماتودا الموالح. الفصل الخامس عشر صفحة 553 - 586 في : نيماتودا النبات في البلدان العربية - الجزء الأول، إعداد وليد ابراهيم أبو غربية وأحمد سعد الحازمي وزهير عزيز أسطيفان وأحمد عبد السميع دوابة. الطبعة الأولى، دار وائل للنشر، 586 صفحة

عثمان، أحمد أحمد وأحمد سيد إسماعيل وموفق رمضان كراجه. 2010 . نيماتودا تقرح الجذور والنيماتودا الكلوية. الفصل الحادي عشر صفحة 399 - 435 في : نيماتودا النبات في البلدان العربية - الجزء الأول، إعداد وليد ابراهيم أبو غربية وأحمد سعد الحازمي وزهير عزيز أسطيفان وأحمد عبد السميع دوابة. الطبعة الأولى، دار وائل للنشر، 586 صفحة

Abdollahi , M. 2008 . Comparasion of some Indian populations of cereal cyst nematode , *Heterodera avenae* (WollenWeber,1924) using RAPD. Proc. Pakistan Acad. Sci. 45 (1) : 1-10

Abou-Setta, M. M. and L. W. Duncan. 1998 . Attraction of *Tylenchulus semipenetrans* and *Meloidogyne javanica* to salts in vitro. Nematropica 28: 49-59

Agrios, G. N. 1997 . Plant Pathology. 4th.ed. Academic Press. . San Diego 635 p.

Agrios, G. N. 2005 . Plant Pathology. 5th.ed. Academic Press. . San Diego 922 p.

Allaire, S.E., S. R. Yates , Q. Zhang and F. F. Ernst. 2005 . The potential efficiency of irrigation management and propargyl bromide in controlling three soil pests: Tylenchulus semipenetrans, Fusarium oxysporum and Echinochloa crus-galli. Pest Management Science , 61 : 799-808

Allen, M.W. 1952. Taxonomic status of the bud and leaf nematodes related to *Aphelenchoides fragariae* (Ritzema Bos, 1891). Proc. Helminth. Soc. Wash., 19:108-120.Cited by (Ferris, 2006f)

Anwar, S. A., M. V. McKenry, A. Riaz, and M. S. A. Khan. 2001. Evaluation of wheat cultivars for *Anguina tritici* resistance, development and influence of nematode on wheat growth. International Journal of Nematology 11:150-156. Cited by : The Society of Nematologists. 2003 .

Anguina tritici .A list of the exotic nematode plant pests of the agricultural and environmental significance to the United States of America. http://nematode.unl.edu/pest67.htm

Ayoub , S. M. 1980 . Plant nematology. An agriculture training aid. NemaAid publications. Sacramento , California. Cited by : Cornell University. 2007 . Nematodes . various nematode species. Fact sheet.

Baldwin, J.G., and M. Mundo-Ocampo. 1991 . Heteroderinae, Cyst- and non-cyst-forming nematodes. pp. 275-362. In: W.R. Nickle (ed.). Manual of Agricultural Nematology. Marcel Dekker. New York, USA. 1035 p. Cited by (Carta *et al.*,2005)

Barooti , S.. 1997 . Plant nematode problems and their control in the Near East region. Islamic Republic of Iran. Plant nematode problems and their control in the Near East region. (FAO Plant Production and Protection Paper - 144) Series title: FAO Plant Production and Protection Papers - 144 , PDF
http://www.fao.org/docrep/v9978e/v9978e0g.htm#TopOfPage

Bergdahl, D.R. and S. Halik. 1993. Persistence of *Bursaphelenchus xylophilus* in living *Pinus sylvestris*. Phytopathology , 83 :242 (Abstract)

Besal , E. A., T. A. Powers , A. D. Radice and L. J. Sandal. 1988 . A DNA hybridization probe for detection of soybean cyst nematode. Phytopathology, 78 : 1136-1139

Brammer , A. S. and W. T. Crow. 2002 . Pine wilt and palm red ring :

Bursaphelenchu. University of Florida. Pdf 4 pp.
http://creatures.ifas.ufl.edu.

Bridge, J. 2000. Nematodes of bananas and plantains in Africa : Research trends and management strategies relating to the small-scale farmer. Acta Hort.(ISHS) 540:391-408
http://www.actahort.org/books/540/540_44.htm

Bokhari , F. M. 2009 . Efficacy of some *Trichoderma* species in the control of *Rotylenchulus reniformis* and *Meloidogyne javanica* . Archives Of Phytopathology And Plant Protection, 42 (4) : 361 - 369

Brzeski, M.W. 1991. Review of the genus *Ditylenchus* Filipjev, 1936 (Nematoda: Anguinidae). Revue de Nématologie 14:9-59. Cied by (Carta *et al.*,2005)

CABI and EPPO for the EU. 1997 . *Xiphinema americanum sensu lato.* Data Sheets on Quarantine Pests. PDF 8 pp.

Camargo , E. P. 1999 . *Phytomonas* and other trypanosomatid parasites of plants and fruit. Adv Parasitol , 42: 29-112

Carta, L.K., Z. A. Handoo, T. O. Powers, S. A. Miller, R. Pérez- Zuburi and A. Ramírez-Suárez. 2005 . Guidelines for isolation and identification of regulated nematodes of potato (*Solanum tuberosum* L.) in North America. Revista Mexicana de Fitopatología , 23:211-222

Chinchilla , C. M. The red ring little leaf syndrome in oil palm and coconut

palm
http://www.asd-cr.com/ASD-Pub/Bol01/fig01.htm

Chitambar , J. J. 2003 . Preparing carrot discs for nematode culture. California Department of Food and Agriculture

Coyne , D. L. , J. M. Nicol and B. Claudius-Cole. 2007 . Practical plant nematology : a field and laboratory guide. SP-IPM Secretariat,Internatonal institute of tropical Agriculture (IITA) Cotonuo,Benin
http://www.cimmyt.org/english/docs/manual/nematologyGuide.pdf

Cram, M.M. and S. W. Fraedrich. 2009. Stunt nematode (*Tylenchorhynchus claytoni*) impact on southern pine seedlings and response to a field test of cover crops. In: Dumroese, R.K.; Riley, L.E., tech. coords.2009. National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations—2008. Proc. RMRS-P-58. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station: 95–100. Online:
http://www.fs.fed.us/rm/pubs/rmrs_p058.html.

Crow, W. T. 2005. Diagnosis of *Trichodorus obtusus* and *Paratrichodorus minor* on turfgrasses in the Southeastern United States. Online. Plant Health Progress doi:10.1094/PHP-2005-0121-01-DG

Crow , W. T. and R. A. Dunn. 2005 . Introduction to Plant Nematology .Fact Sheet ENY-016 (NG006), part of the Florida Nematode Management Guide from the Department of Entomology and Nematology, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences,

University of Florida
http://edis.ifas.ufl.edu/NG006

Crow , W. T., D. W. Lickfeldt and J. B. Unruh. 2005 . Management of sting nematode (*Belonolaimus longicaudatus*) on bermudagrass putting greens with 1,3-dichloropropene. International Turfgrass Society Research Journal, 10 : 734 - 741

Crow , W. T. and A. S. Brammer. 2009a . Sting nematode, Belonolaimus longicaudatus Rau (Nematoda: Secernentea: Tylenchida: Tylenchina: Belonolaimidae: Belonolaiminae). Publication EENY 293 . University of Florida

Crow , W. T. and A. S. Brammer. 2009b . Lance nematode, *Hoplolaimus galeatus* (Cobb, 1913) Thorne, 1935 (Nematoda: Secernentea: Tylenchida: Tylenchoidea: Hoplolaimidae). Publication EENY 234 . University of Florida

Darbya , B. J., D. A. Nehera, and J. Belnapb. 2006 . Soil nematode communities are ecologically more mature beneath late- than earlysuccessional stage biological soil crusts. Applied Soil Ecology (in press), 15 pp.
http://www.uvm.edu/~dneher/Publications/Baseline%20Manuscript%20accepted%20SS.pdf

Davis, E.L. and A.E. MacGuidwin. 2000. Lesion nematode disease. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-I-2000-1030-02

Updated, 2005.

Davis , R. F. and J. P. Noe. 2000 . Extracting *Hoplolaimus columbus* from soil and roots: implications for treatment comparisons. The Journal of Cotton Science 4:105-111
http://journal.cotton.org

Dollet , M. 1998 .*Phytomonas spp*, plant trypanosomes:research on metabolism, variability, pathogenicity and epidemiology in order to reach a non polluting control. Tropical and subtropical Agriculture,Third STD Programme 1992 - 1995

Dollet , M. , N. R. Sturm , J-C. Ahomadegbe and D. A. Campbell. 2001a . Kinetoplast DNA minicircles of phloem-restricted Phytomonas associated with wilt diseases of coconut and oil palms have a two-domain structure. FEMS Microbiology Letters , 205 : 65-69

Dollet, M. , N. R. Strum and D. A. Campbell. 2001b . The spliced leader RNA gene array in phloem-restricted plant trypanosomatids (*Phytomonas*) partitions into two major groupings: epidemiological implications. Parasitology , 122 : 289 – 297

Donald , P. A., W. T. Stamps and M. J. Linit. 2003 .Pine wilt disease. *The Plant Health Instructor*. DOI:10.1094/PHI-I-2003-0130-01

Dunn , R. A. 2001. Introduction to Nematology . Department of

Entomology and Nematology, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida http://www.hawaiiplants.com/nematology.htm

Eisenback, J., and H. H. Triantaphyllou. 1991 . Root-knot nematodes: *Meloidogyne* species and races. pp. 191-274. In: W.R. Nickle (ed.). Manual of Agricultural Nematology. Marcel Dekker. New York, USA. 1035 p. Cited by (Carta *et al.*,2005)

EPPO . 1990 . *Heterodera glycines* . quarantine pest Data Sheets on Quarantine Pests . pdf 5 pp.

EPPO/CABI. 1990 . *Radopholus citrophilus* and *Radopholus similis*. Data Sheets on Quarantine Pests for the EU under Contract 90/399003

EPPO/CABI. 1997a. *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida* . Data Sheets on Quarantine Pests for the EU under Contract 90/399003

EPPO/CABI. 1997b. *Ditylenchus destructor.* Data Sheets on Quarantine Pests for the EU under Contract 90/399003 .pdf 4 pp.

EPPO/CABI. *Aphelenchoides besseyi* . Data Sheets on Quarantine Pests for the EU under Contract 90/399003 .pdf 4 pp.

EPPO/CABI. 1996 .*Bursaphelenchus xylophilus*. Data Sheets on Quarantine Pests for the EU under Contract 90/399003 .pdf 12 pp.

Escuer, M. 1998. Nematodes of the genus *Ditylenchus* of

phytopathological interest. Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas , 24:773-786. Cited by (Carta *et al.*,2005)

Evans , K. , C. Israelsen and M. Pace,. 2008 . Alfalfa Stem Nematode Fact sheet PLP-001-PR. Utah State University Extension and Utah Plant Pest Diagnostic Laboratory

Ferris , H. 2005a . *Meloidogyne incognita*. THE "NEMATODE-PLANT EXPERT INFORMATION SYSTEM" A Virtual Encyclopedia on Soil and Plant Nematodes

Ferris , H. 2005b . *Globodera rostochiensis* . Golden nematode, Potato cyst nematode. THE "NEMATODE-PLANT EXPERT INFORMATION SYSTEM" A Virtual Encyclopedia on Soil and Plant Nematodes

Ferris , H. 2005d. *Anguina tritici*. THE "NEMATODE-PLANT EXPERT INFORMATION SYSTEM" A Virtual Encyclopedia on Soil and Plant Nematodes

Ferris , H. 2005e. *Bursaphelenchus xylophilus*. THE "NEMATODE-PLANT EXPERT INFORMATION SYSTEM" A Virtual Encyclopedia on Soil and Plant Nematodes

Ferris , H. 2005f. *Paratrichodorus minor*. THE "NEMATODE-PLANT EXPERT INFORMATION SYSTEM" A Virtual Encyclopedia on Soil and Plant Nematodes

Ferris , H. 2006a . *Meloidogyne* , root knot nematodes. THE "NEMATODE-

PLANT EXPERT INFORMATION SYSTEM" A Virtual Encyclopedia on Soil and Plant Nematodes

Ferris , H. 2006 b . *Heterodera glycines* , Soybean Cyst Nematode. THE "NEMATODE-PLANT EXPERT INFORMATION SYSTEM" A Virtual Encyclopedia on Soil and Plant Nematodes

Ferris , H. 2006c. *Globodera* . Round cyst nematodes. THE "NEMATODE-PLANT EXPERT INFORMATION SYSTEM" A Virtual Encyclopedia on Soil and Plant Nematodes

Ferris , H. 2006d. *Pratylenchus.* Lesion nematodes. THE "NEMATODE-PLANT EXPERT INFORMATION SYSTEM" A Virtual Encyclopedia on Soil and Plant Nematodes

Ferris , H. 2006e. *Ditylenchus dipsaci* . Stem and bulb nematode. THE "NEMATODE-PLANT EXPERT INFORMATION SYSTEM" A Virtual Encyclopedia on Soil and Plant Nematodes

Ferris , H. 2006f. *Aphelenchoides*. Folia nematodes. THE "NEMATODE-PLANT EXPERT INFORMATION SYSTEM" A Virtual Encyclopedia on Soil and Plant Nematodes

Ferris , H. 2007a . *Heterodera schachtii.* Sugarbeet Cyst Nematode. THE "NEMATODE-PLANT EXPERT INFORMATION SYSTEM" A Virtual Encyclopedia on Soil and Plant Nematodes

Ferris , H. 2007b . *Tylenchulus semipenetrans* Citrus Nematode . THE

"NEMATODE-PLANT EXPERT INFORMATION SYSTEM" A Virtual Encyclopedia on Soil and Plant Nematodes

Ferris , H. 2007c . *Radopholus similis.* Burrowing Nematode. THE "NEMATODE-PLANT EXPERT INFORMATION SYSTEM" A Virtual Encyclopedia on Soil and Plant Nematodes

Ferris , H. 2007d. Aphelenchoides besseyi. White tip of rice. THE "NEMATODE-PLANT EXPERT INFORMATION SYSTEM" A Virtual Encyclopedia on Soil and Plant Nematodes

Ferris , H. 2008 . *Longidorus elongates*. Needle nematode. THE "NEMATODE-PLANT EXPERT INFORMATION SYSTEM" A Virtual Encyclopedia on Soil and Plant Nematodes

Ferris , H. 2010a .*Criconemoides xenoplax* , Ring nematode. THE "NEMATODE-PLANT EXPERT INFORMATION SYSTEM" A Virtual Encyclopedia on Soil and Plant Nematodes

Ferris , H. 2010b. *Hemicycliophora arenaria* , Sheath Nematode. .

Ferris , H. 2011a.Helicotylenchus multicinctus , Spiral Nematode. THE "NEMATODE-PLANT EXPERT INFORMATION SYSTEM" A Virtual Encyclopedia on Soil and Plant Nematodes

Ferris , H. 2011b..*Helicotylenchus multicinctus.* THE "NEMATODE-PLANT EXPERT INFORMATION SYSTEM" A Virtual Encyclopedia on

Soil and Plant Nematodes

Ferris , H. 2011c . *Rotylenchulus reniformis* , Reniform nematode. THE "NEMATODE-PLANT EXPERT INFORMATION SYSTEM" A Virtual Encyclopedia on Soil and Plant Nematodes

Frison , E. A. , C.A.J. Putter and M. Diekmann. 1991 . FAO/IBPGR technical guidelines for the safe movement of coconut germplasm. Food and Agriculture organization of the United Nation

Giblin-Davis, R. M. , P. S. Lehman, and R. N. Inserra . *Bursaphelenchus cocophilus*. Red ring nematode. Fact sheet. The Society of Nematologists http://nematode.unl.edu/burcoco_cycle.htm

Giblin-Davis , R. M., D. S. Williams, S. Bekal, D. W. Dickson, J. A. Brito, J. O. Becker and J. F. Preston. 2003 . '*Candidatus* Pasteuria usgae' sp. nov., an obligate endoparasite of the phytoparasitic nematode *Belonolaimus longicaudatus*. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology , 53 : 197–200

Gozel,U., F. Lamberti, L. Duncan, A. Agostinelli, L. Rosso, K. Nguyen and B. J. Adams. 2006 . Molecular and morphological consilience in the characterization and delimitation of five nematode species from Florida belonging to the *Xiphinema americanum*-group. Nematology, 8(4) : 521-532

Gray, F. A. , G. D. Francl, F- D. Kerr. 1992 . Sugar beet nematode.

Department of Plant, Soil, and Insect Sciences, College of Agriculture, University of Wyoming

Goellner M, X. Wang and E. L. Davis. 2001 . Endo-beta-1,4-glucanase expression in compatible plant-nematode interactions. Plant Cell , 13 : 2241-2255

Golden, A.M., J. H. O'Bannon, G. S. Santos and A. M. Finley. 1980 Description and SEM observations of *Meloidogyne chitwoodi* n. sp. (Meloidogynidae), a root-knot nematode on potato in the Pacific Northwest. Journal of Nematology 12:319-327

Golden, A.M. 1986. Morphology and identification of cyst nematodes. pp. 23-45. In: F. Lamberti and C.E. Taylor (eds.). Cyst Nematodes. Plenum Press. New York, USA. 478 p. Cited by (Carta *et al*.,2005)

Golden , A. M., J. M. Epps, R. D. Riggs, L. A. Duclos, J. A. Fox, and R. L. Bernard. 1970 . Terminology and identity of infraspecific forms of the soybean cyst nematode (*Heterodera glycines*). Plant Disease Reporter, 54 : 544–546. Cited by (Niblack *et al*.,2002)

Gus.kova , L. A. 2009 . Heterodera avenae Wollenweber - Cereal Cyst Nematode . 2003-2009 Project «Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Countries. Economic Plants and their Diseases, Pests and Weeds»

Holgado , R., S. Andersson and C. Magnusson. 2006 . Management of

cereal cyst nematodes, Heterodera spp., in Norway. Commun Agric Appl Biol Sci. , 71(3 Pt A):639-45

Halik, S. and D.R. Bergdahl. 1990. Development of *Bursaphelenchus xylophilus* populations in wood chips with different moisture contents. Journal of Nematology , 22 : 113-118(Abstract)

Halik, S. and D.R. Bergdahl. 1992. Survival and infectivity of *Bursaphelenchus xylophilus* in wood chip-soil mixtures. Journal of Nematology 24:495-503(Abstract)

Halik, S. and D.R. Bergdahl. 1994. Long-term survival of *Bursaphelenchus xylophilus* in living *Pinus sylvestris* in an established plantation. European Journal of Forest Pathology 24:357-363 (Abstract)

Handoo , Z. A. 2002 . A key and compendium to species of the *Heterodera avenae* group (Nematoda: Heteroderidae). Journal of Nematology , 34 (3) : 250–262

Handoo , Z. A. and A. M. Golden. 1992 . A key and diagnostic compendium to the species of the genus *Hoplolaimus* Daday, 1905. Journal of Nematology , 24(1) : 45-53

Handoo , Z. A., K. Carta , A. M. Skantar, W. Ye, R. T. Robbins, S. A. Subbottin , S. W. Fraedrich and M. M. Cram. 2005 . Morphological and molecular characterization of *Longidorus americanum* n. sp. (Nematoda : Longidoridae) a needle nematode parasitizing pine in Georgia. Journal of

Nematology , 37 (1) : 94 - 104

Hussey , R. S. 1989 . Disease-inducing secretions of plant parasitic nematodes. Annu. Rev. Phytopath., 27 : 123-141

Hussey, R. S. , L. E. L. Davis and T. J. Baum. 2002 . Secrets in secretions: genes that control nematode parasitism of plants. Braz. J. Plant Physiol., 14 (3) : 183-194

Inserra , R. N., N. C. Coile, S. E. Walker and W. W. Smith. 1999 . Host status of *Dracaena* spp. To *Rotylenchulus reniformis*.Nematology Circular No. 220 Fla. Dept. Agric. & Consumer Services,Division of Plant Industry. PDF , 3 pp.

Inserra, R. N. , L. W. Duncan, J. H. O'Bannon, and S. A. Fuller. 2003 . Citrus nematode biotypes and resistant citrus rootstocks in Florida.Entomology and Nematology Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida

Jardine , D. J and T. C. Todd. 1990 .The sting nematode. Cooperative Extension Service, Kansas State University, Manhattan, Kansas

Jepson, S.B. 1987. Identification of Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* species). CAB International. Wallingford, Oxon, UK, 265 p. Cited by (Carta *et al.*,2005)

Karssen, G. 2002. The plant-parasitic nematode genus

Meloidogyne Goeldi, 1892 (Tylenchida) in Europe. Brill. Boston, USA, 157 p. Cited by (Carta *et al.*,2005)

Keem , J-B , M-H Jo , J-S Oh , K-J Lee and S-J Park. 2001 . Extraction method of damaged area by pine wilt disease (*Bursaphelenchus xylophilus*) using remotely sesnsed data and GIS. Paper presented at the 22nd Asian Conference on Remote Sensing , 5 – 9 November ,Singapore. Pdf 5 pp.

Kerry, B. , A. Barker and K. Evans . 2003 . Investigation of potato cyst nematode control . Nematode Interactions Unit, Plant-Pathogens Interactions Division, Rothamsted Research, Harpenden, Herts., AL5 2JQ Commissioned by Defra under contract no. HH3111TPO. Pdf 92 pp.

Khan , K., J. H. Kim, S-H Son , S. G. Kim and Y. H. Kim. 2008 . Occurrence of stunt nematode, *Tylenchorhynchus claytoni* on turfgrass in Korea. Plant Pathol. J. , 24 (4) : 474-477

Ko, M. P., D. P. Sci-Imitt and B. S. Sipes. 1996 . Axenizing and culturing endomigratory plant-parasitic nematodes using Pluronic F127, including its effects on population dynamics of *Pratylenchus penetrans* . Journal of Nematology , 28 (1) : 115-123

Kumar, S. 2006 . edited by Dr. Grahame Jackson. Root Knot Nematode. Genus: *Meloidogyne*. Fact sheet

Lambert, K. and S. Bekal. 2002. Introduction to Plant-Parasitic Nematodes. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-I-2002-1218-01

Lilley , C. J., H. J. Atinson and P. E. Urwin. 2005 . Molecular aspects of cyst nematodes. Molecular Plant Pathology , 6 (6) : 577–588 DOI: 10.1111/J.1364-3703.2005.00306.X

Mani, A., Z. A. Handoo, and S. Livingston. 2005. Plant-parasitic nematodes associated with date palm trees (*Phoenix dactylifera*L.) in the Sultanate of Oman. Nematropica , 35 :135-143

Manzanilla-López , R. H., S. D. Atkins , I. M. Clark , B. R. Kerry and P. R. Hirsch. 2009 . Measuring abundance, diversity and parasitic ability in two populations of the nematophagous fungus *Pochonia chlamydosporia* var. *chlamydosporia*. Biocontrol Science and Technology, 19 (4) : 391 - 406

Maqbool , M. A. and B. Kerry. 1997 .Plant Nematode Problems and their Control in the Near East Region (FAO Plant Production and Protection Paper - 144) Proceedings of the Expert Consultation on Plant Nematode Problems and their Control in the Near East Region Karachi, Pakistan 22-26

Marín , C.,C. Fernández-Ramos, E. Entrala, J. M.Quesada, M. Sánchez-Moreno. 2000 . Biochemical characterization of a Trypanosomatid isolated from the plant *Amaranthus retroflexus*. Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 95(5): 641-647

Marín , C. , B. Alberge , M. Dollet , M. Pagès and P. Bastien. 2008 . First complete chromosomal organization of a protozoan plant parasite (Phytomonas spp.). Genomics , 91 : 88 – 93

Martin, R.R., J. M. Pinkerton and J. E. Kraus. 2009. The use of collagenase

to improve the detection of plant viruses in vector nematodes by RT/PCR. Journal of Virological Methods , 155: 91-95 (Abstract) November 1992. Part II. Country reports ; Iraq. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 1997

Mai, W. F., P. G. Mullin, H. H. Lyon and K. Loeffler. 1996. Plant-parasitic nematodes: a pictorial key to genera. Cornell University Press, Ithaca, NY

Maqbool , M. A. 1984 . Studies on plant parasitic nematodes of cereals and fruits of Pakistan with special reference to *Quinisulcius solani* Maqbool,1982. Ph. D. submmited to College of science , University of Karachi , Pakistan. PDF , 189 pp.

McDarby , M. 2007 . Online Introduction to the Biology of Animals and Plants. Section 3,Chapter 1Protozoa

McKenry, M.V. and P. A. Roberts. 1985. Phytonematology Study Guide. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources

Miranda, K., C. O. Rodrigues, J. Hentchel, A. Vercesi, H. Plattner, W. de Souza and R. Docampo. 2004 . Acidocalcisomes of *Phytomonas françai* possess distinct morphological characteristics and contain iron.Microsc. Microanal., 10 : 647–655
DOI: 10.1017/S1431927604040887

Mitkowski, N.A. and G.S. Abawi. 2003. Root-knot nematodes. The Plant Health Instructor. DOI:10.1094/PHI-I-2003-0917-01

Mojtahedi , H. , R. A. Boydston , P. E. Thomas , J. Crossilin , G. S. Santo E. Riga and T. L. Anderson. 2003 . Weed hosts of WEED HOSTS OF Paratrichodorus allus and tobacco rattle virus in the Pacific Northwest.. Aerican Journal of Potato Research, 80 : 379-385

Mulvey, R. H. and A. M. Golden. 1983 . An illustrated key to the cyst-forming genera and species of Heteroderidae in the Western Hemisphere with species morphometrics and distribution. Journal of Nematology 15 : 1-59

Niblack , T. L. , P. R. Arelli , G. R. Noel , C. H. Opperman , J. H. Orf , D. P. Schmitt , J. G. Shannon and G. L. Tylka. 2002 . A revised classification scheme for genetically diverse populations of *Heterodera glycines*. Journal of Nematology , 34 (4) : 279–288. 2002

Nicol , J. M., I. H. Elekçioğlu , N. Bolat and R. Rivoal. 2007 . The global importance of the cereal cyst nematode (Heterodera spp.) on wheat and international approaches to its control. Commun Agric Appl Biol Sci.,72 (3) : 677-686

Noling , J. W. 2003 . Nematodes – Citrus nematode.Entomology and Nematology Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida
http://edis.ifas.ufl.edu.

O'Bannon , J. H., R. P. Esser and R. N. Inserra. 1991 . *Tylenchorhynchus* species as crop damaging parasitic nematodes. Nematology Circular No.

190 . Fla Dept. Agric. And Consumer Serv. Division of Plant Industry. PDF, 4 pp.

Oregon State University. . Cereal Cyst Nematodes (Heterodera avenae and H. filipjevi). Columbia Basine Agricultural Research Center.

Panchaud , E. 1998 . Nematophage agent against nematodes of the meloidogyne genus 09/22/1998. United States Patent 5811092 http://www.freepatentsonline.com/5811092.html

Pattison , T. 2007 . Tomato root knot nematodes biology and control. Department of Primary Industries and Fisheries, Queensland. pdf

Prescott, J. M. ,P. A. Burnett, E. E. Saari, *et al*, 1986. Wheat Diseases and Pests: A Guide for field identification. CIMMYT. Mexico, D.F., Mexico.

Ramzan , M., A. Z. Handoo and S. Fayyaz. 2008 . Description of *Tylenchorhynchus qasimii* sp. n. with a New Report of *T. kegasawai* Minagawa, 1995 from Pakistan. J Nematol. , 40 (1) : 20–25

Reid , A. and J. Pickup. 2005 . Molecular characterization of a morphologically unusual potato cyst nematode. OEPP/EPPO Bulletin , 35 : 69–72

Riggs, R. D. and D. P. Scmiitt. 1988 . Complete characterization of the race scheme of *Heterodera glycines*. Journal of Nematology , 20: 392-395

Riley, I.T. and A. C. McKay. 1990 . Specificity of the adhesion of some

plant pathogenic micro-organisms to the cuticle of nematodes in the genus Anguina (Nematoda: Anguinidae). Nematologica , 36 (1-4) : 90-103

Ryss, A., P. Vieira, M. Mota and OI. Kulinich. 2005. A synopsis of the genus *Bursaphelenchus* Fuchs, 1937 (Aphelenchida: Parasitaphelenchidae) with keys to species. Nematology , 7: 393-458

SAFRINET. The Southern African (ASDC) Loop of BioNET-INTERNATIONAL. 1999 . Colecting and preserving nematods. A Manual for Nematology.Compiled by National Collecion of Nematodes Biosystematics Division.ARC Plant Protection Research Institute. Pretoria,South Africa.Ed. K. P. N. Kleynhans

Sánchez-Moreno M, Fernández-Becerra C, Mascaró C,
Rosales MJ, Dollet M, Osuna A 1995. Isolation, *in vitro* culture, ltrastructure study, and characterization by lectin-agglutination test of *Phytomonas* isolatedfrom tomatoes (*Lycopersicum esculentum*) and cherimoyas (*Annona cherimolia*) in southeastern Spain. Parasitol Res, 81: 575-581

Sanwal 1961 Canadian J. Zool. 39: 143-148.Cited by (Ferris, 2006f)

Shahina, F. 1996. A diagnostic compendium of the genus *Aphelenchoides* Fischer, 1894 (Nematoda: Aphelenchida) with some new records of the group from Pakistan. Pakistan Journal of Nematology 14:1-32

Smiley, R.W., and J. M. Nicol. 2009. Nematodes which challenge global wheat production. p. 171-187 *in* Wheat Science and Trade. B.F. Carver

(ed.). Wiley-Blackwell, Ames, IA.

Smiley , R. W. and G. Yan. 2010 . Cereal Cyst Nematodes : Biology and management in Pacific Northwest , wheat, barley, and oat crops. PNW 620. A Pacific Northwest Extension Publication Oregon State University • University of Idaho • Washington State University. PDF , 9 pp.

Southey, J. F. 1986 . Laboratory methods for work with plant and soil nematodes. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food Reference Book No. 402, 202 pp. HMSO, London, UK. Cited by : (CABI & EPPO, 1991)

Stephan , Z. A. 1997 . Plant nematode problems and their control in the Near East region. Iraq. Plant nematode problems and their control in the Near East region. (FAO Plant Production and Protection Paper - 144) Series title: FAO Plant Production and Protection Papers - 144 , PDF http://www.fao.org/docrep/v9978e/v9978e0g.htm#TopOfPage

Subbotin , S. A., L. Waeyenberge , I. A. Molkanova and M. Moens. 1999 . Identification of *Heterodera avenae* group species by morphometrics and rDNA-RFLPs. Nematology , 1 (2) : 195-207

Subbotin, S.A., Madani, M., Krall, E., Sturhan, D., and Moens, M. 2005. Molecular diagnostics, taxonomy, and phylogeny of the stem nematode *Ditylenchus dipsaci* species complex based on the sequences of the internal transcribed spacer-rDNA. Phytopathology 95:1308-1315

Todd , T. C. and D. J. Jardine. 1993 . Nematodes: Management Guidelines for Kansas Crops.Cooperative Extension Service, Kansas State University,

Manhattan
http://nematode.unl.edu/extpubs/nemakan.htm

Tomminen, J., S. Halik and D.R. Bergdahl. 1991. Incubation temperature and time effects on life stages of *Bursaphelenchus xylophilus* in wood chips. Journal of Nematology , 23 : 477-484

Torres , G. R. C., E. M. R. Pedosa, K. M. S. Siqueira and R. M. Moura. 2005 . Response of cucurbit species to *Rotylenchulus reniformis*. Fitopatologia Brasileira , 30 :85-87

Trudgill , D. L.,M. J. Eliotti , K. Evans and M. S. Phillips. 2003 . The white potato cyst nematode (*Globodera pallida*) – a critical analysis of the threat in Britain. Ann. appl. Biol. , 143 : 73-80

Tylka , G. 1994 . Soybean cyst nematode. Fact sheet. Iowa State University

Tylka, G.L. and C.A. Jasalavich. 2001. Free-living and Plant-Parasitic Nematodes (Roundworms). The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-K-2001-0409-01
Updated 2006

United State Department of Agriculture (USDA). 2002 . DiTera®: Controlling Nematodes Biologically

University at Albany School of Public Health. 2004 . Lesson 6: Protozoa Page 1 of 20
http://www.albany.edu/sph/coned/lesson6.pdf

Uttaro , A. D., M. Sánchez-Moreno and F. Opperdoes. 1997.Genus-specific biochemical markers for *Phytomonas* spp. Mol Biochem Parasitol , 90: 337-342.

Verdejo-Lucas, S. , F. J. Sorribas , J. B. Forner and A. Alcaide. 2000. Resistance of hybrid citrus rootstocks to a Mediterranean biotype of *Tylenchulus semipenetrans* Cobb. Hortscience , 35: 269-273

Vermelho , A. B., M. H. Branquinha, C. M. D'Ávila-Levy, A. L.
dos Santos and other authors. 2010 . Biological roles of peptidases in Trypanosomatids. The Open Parasitology Journal , 4 : 5-23

Viscardi, T., and Brzeski, M.W. 1993. DITYL: computerized key for species identification of *Ditylenchus* (Nematoda: Anguinidae). Fundamental and Applied Nematology , 16:389-392

Vovlas , N. 1983 . Observation on the morphology and histopathology of *Quinisulcius acti* on corn. Revue Nematol., 6 (1) : 79 - 83

Vovlas, N., A. Troccoli , M. Pestana, , I. M. de O. Abrantes and M. S. N. de A. Santos. 2003 . Parazitization of vascular bundles of Anthurium rhizomes by *Radopholus similis*.Nematropica , 33 (2) : 209 - 213

Wang, K-H.2007. Reniform nematode. University of Florida file:///F:/NEMATODE/Rotylenchulus%20spp/r_reniformis.htm

Westphal , A. and L. Xing. 2006 . Root knot nematodes. BP-130-W Diseases of Soybean. Purdue Extension.Department of Botany and Plant Pathology, Purdue University.

Williamson , V. M. 1999 . Plant nematode resistance genes. Current Opinion in Plant Biology , 1999, 2:327–331
http://biomednet.com/elecref/1369526600200327

Williamson ,V. M. and R. S. Hussey . 1996 . Nematode pathogenesis and resistance in plants. Plant Cell , 8:1735-1745

Wilson , E. O. 2011 .Genus *Tylenchorhynchus* .Nematode description and identification. Plant and insect parasitic nematodes.
http://nematode.unl.edu/

Wouts, W. M. 1985 . Phylogenetic classification of the family Heteroderidae. Systematic Parasitology , 7 : 295-328


Wyss , U. , F. M. W. Grungler and A. Munch. 1992 . The parasitic behavior of 2^{nd}-statge juveniles of *Meloidogyne incognita* in roots of *Arabidopsis thaliana*. Nematologica , 38 (1) : 98 – 111

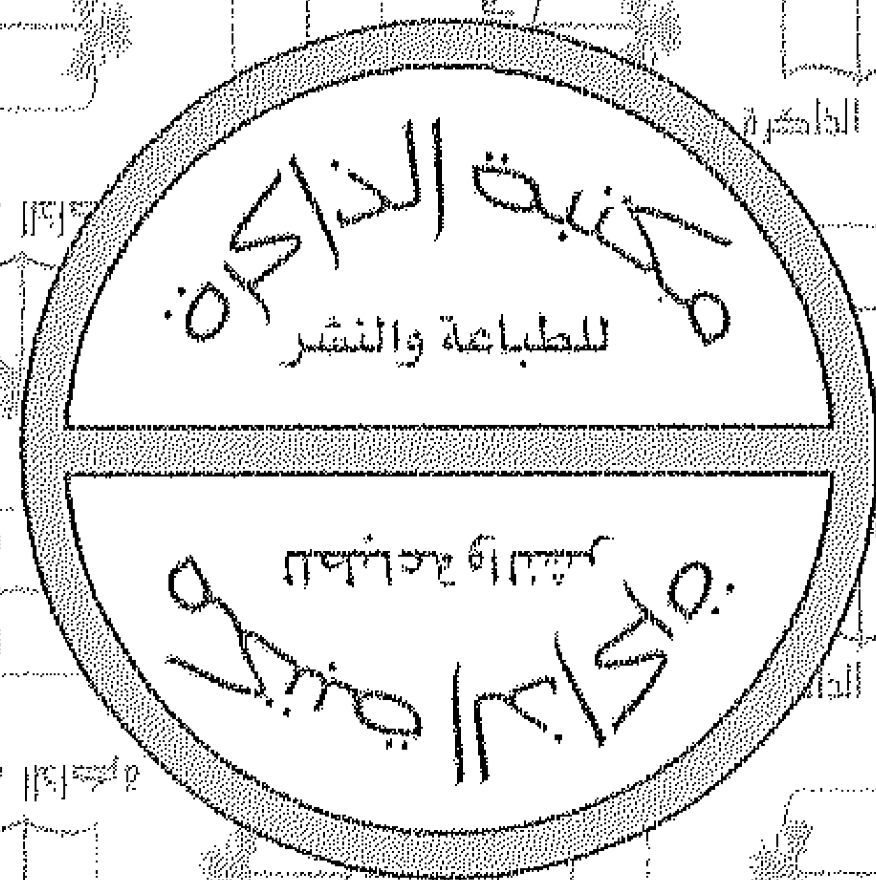
Yan, G. P., and R. W. Smiley. 2010. Distinguishing Heterodera filipjevi and H. avenae using polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism and cyst morphology. Phytopathology, 100 : 216-224

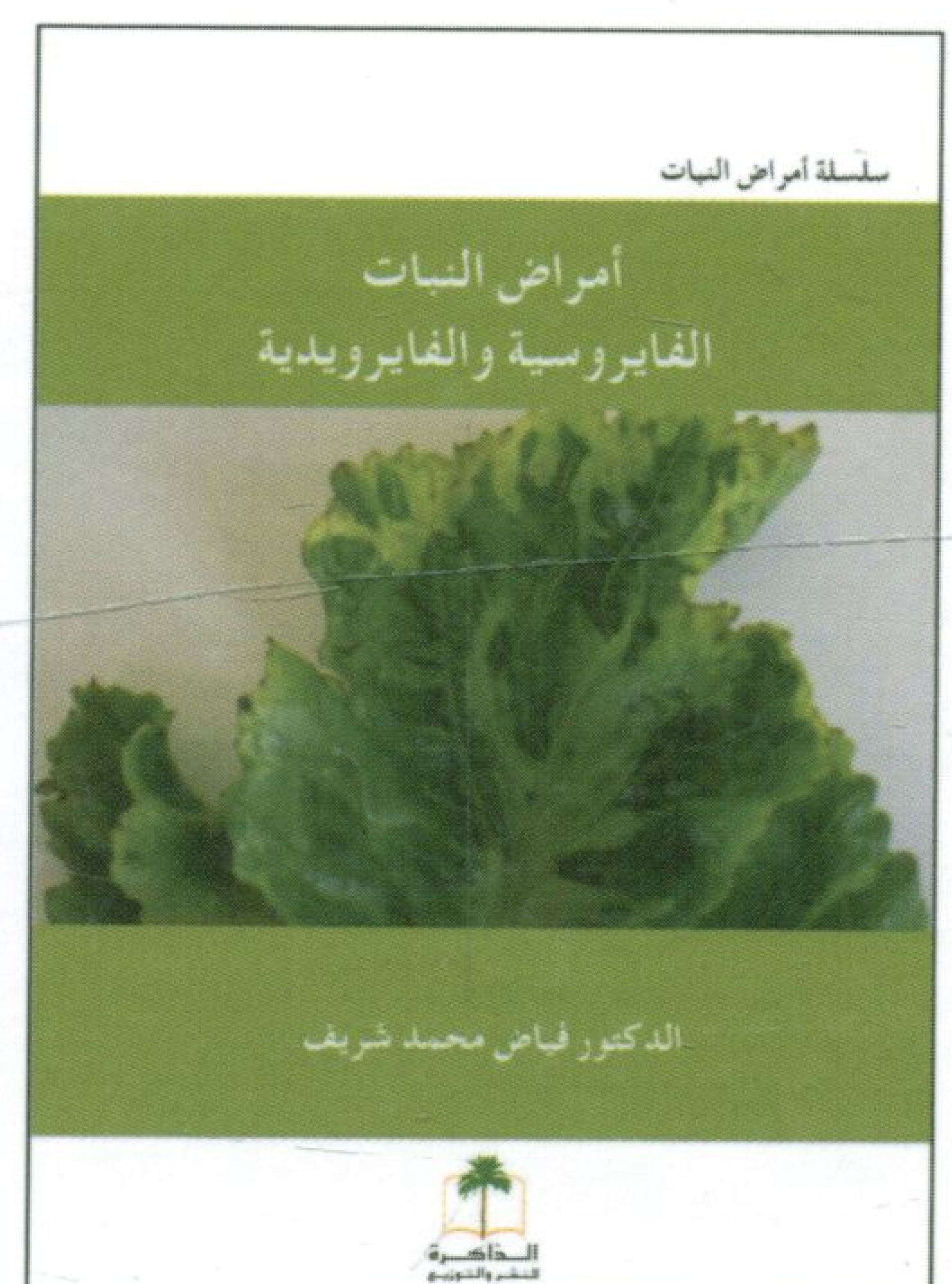
Yu , W, Y. Toshihiro , S. Daisuke and S. Kazuo. 2005 . Variations in life history parameters and their influence on rate of population increase of

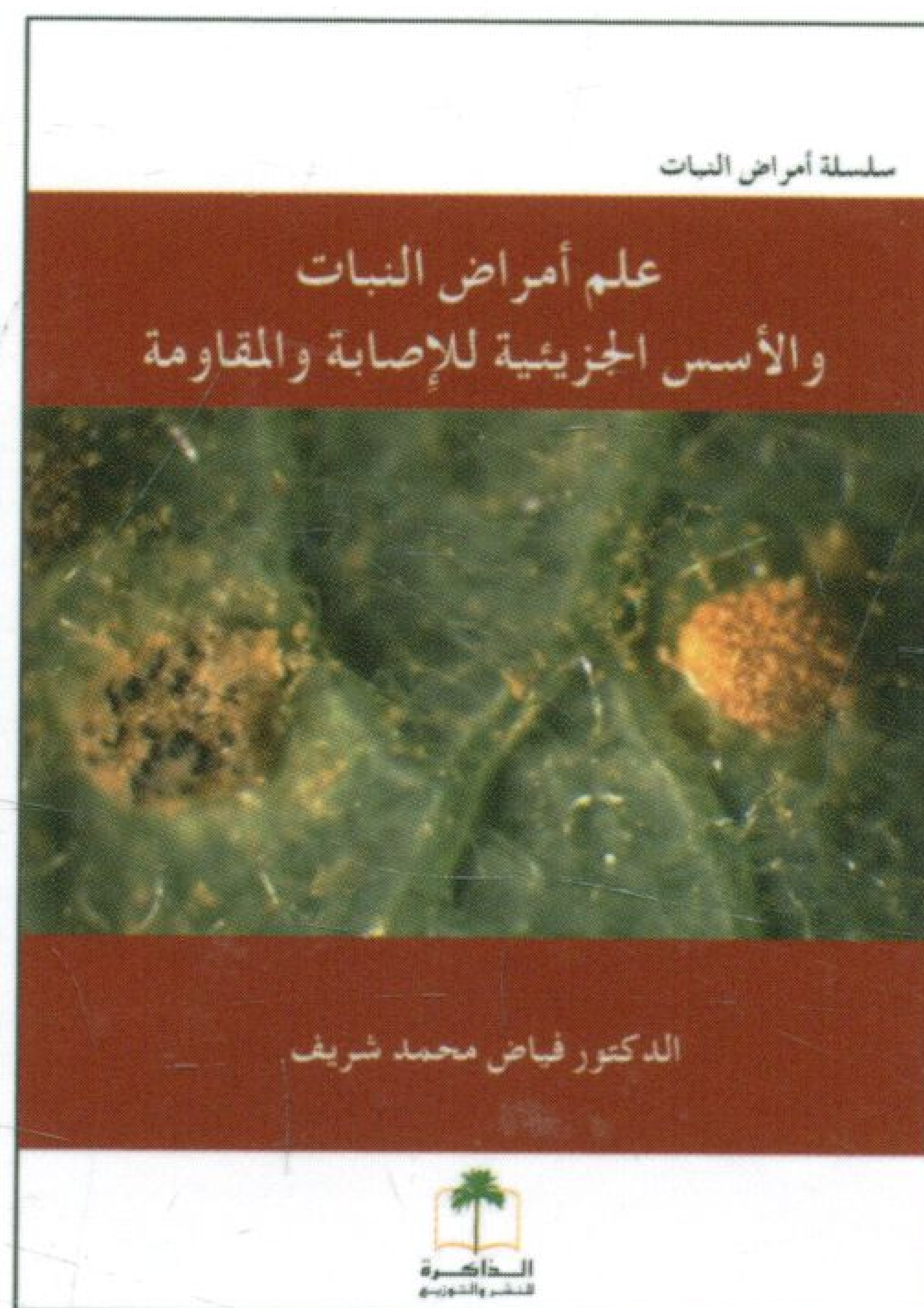
different pathogenic isolates of the pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus.*Nematology, 7 (3) : 459-467

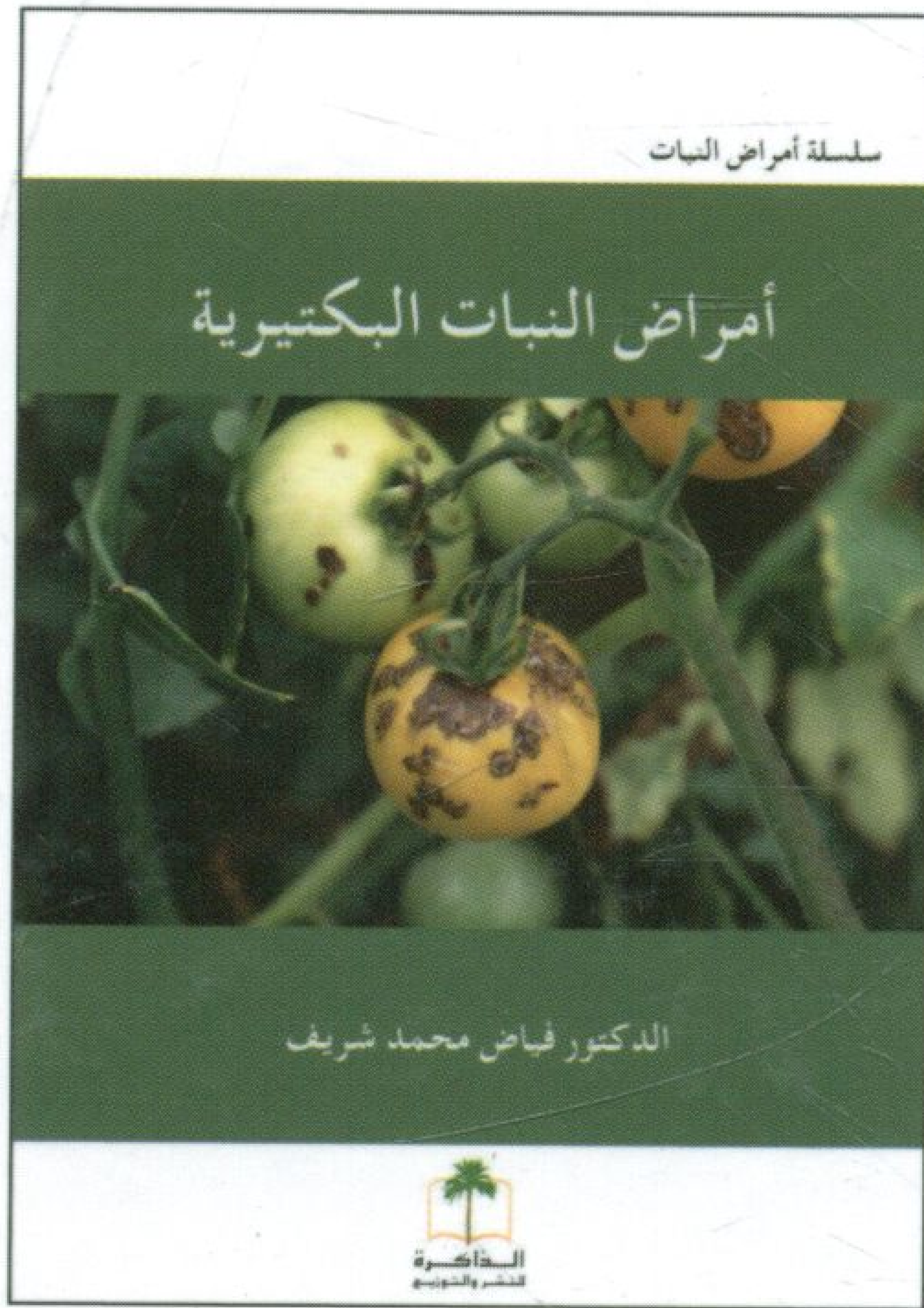
Zasada , I. A. and H. Ferris. 2004 . Nematode suppression with brassicaceous amendments: application based upon glucosinolate profiles. Soil Biology & Biochemistry , 36 : 1017–1024

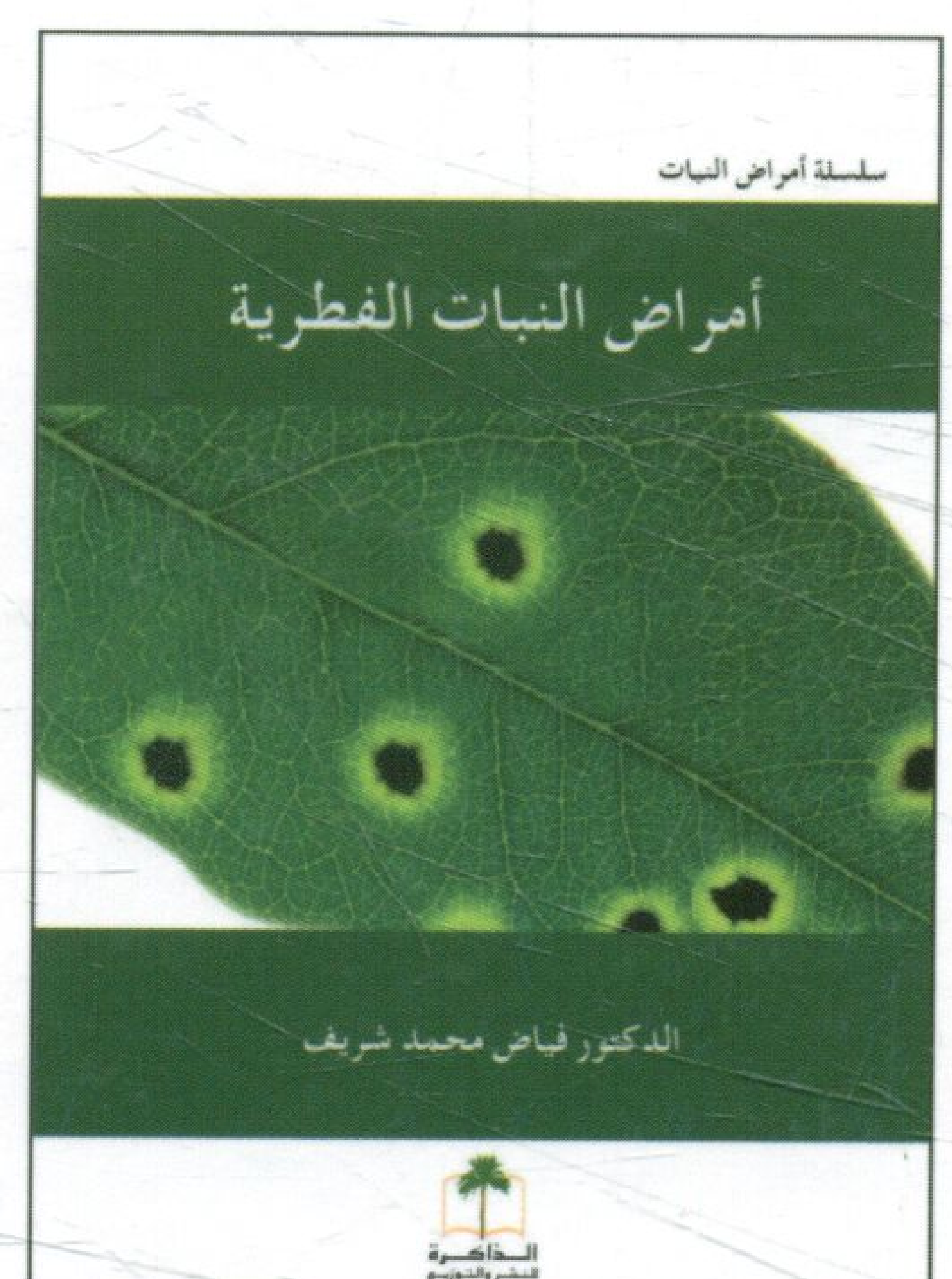

مكتبة الذاكرة
للطباعة والنشر
BIBLIOTHECA ALEXANDRINA
مكتبة الذاكرة

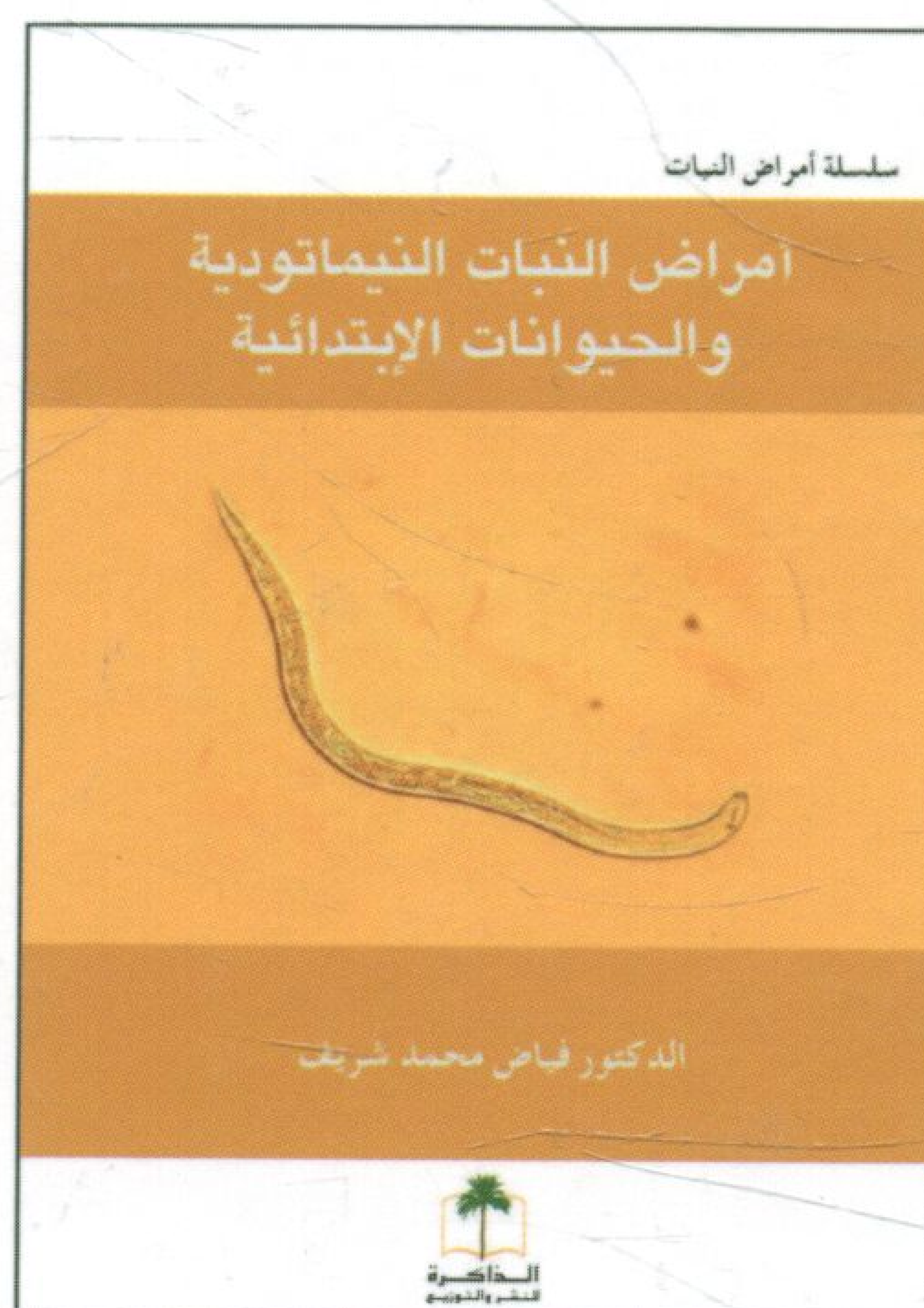

مكتبة الذاكرة
للطباعة والنشر

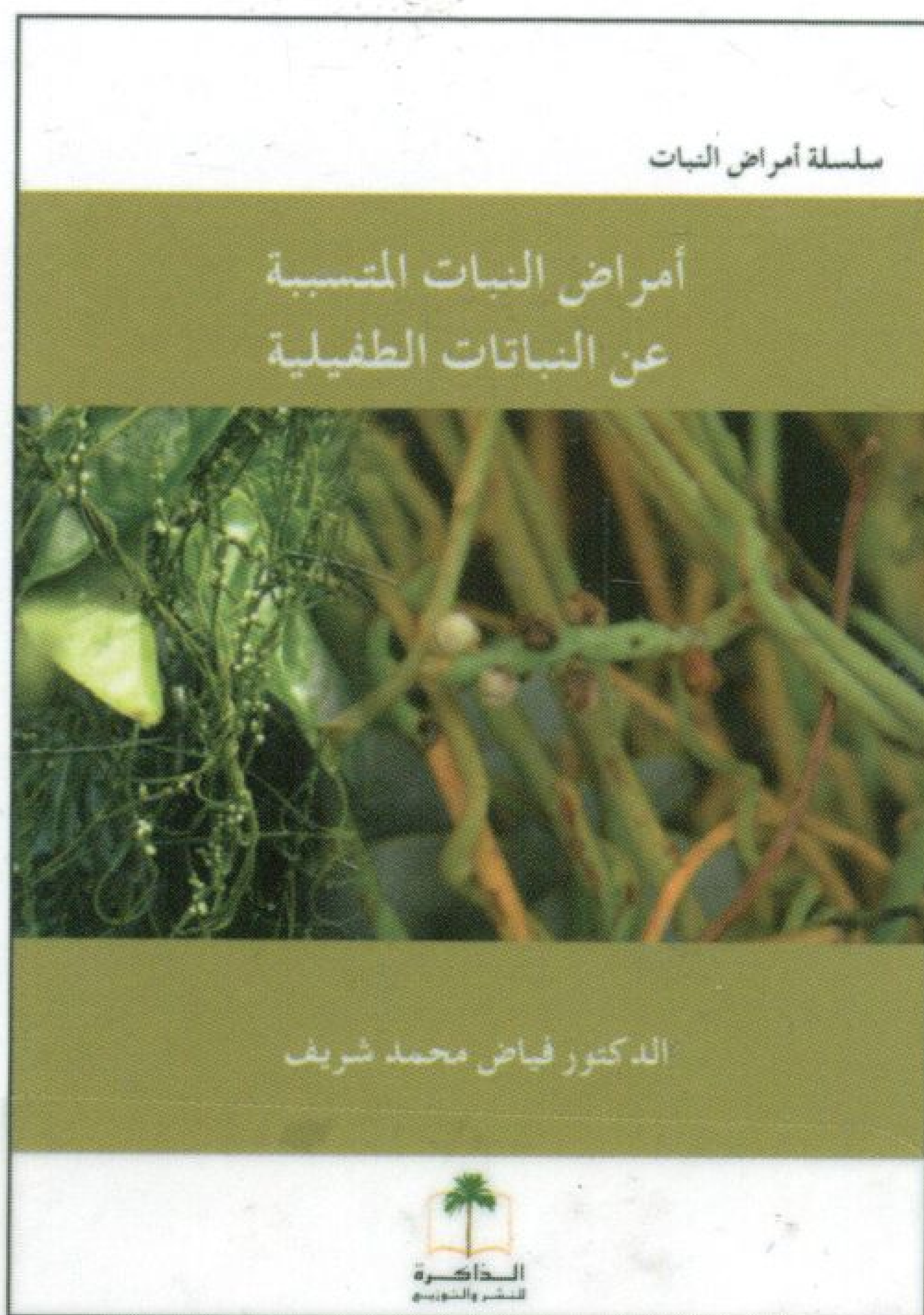


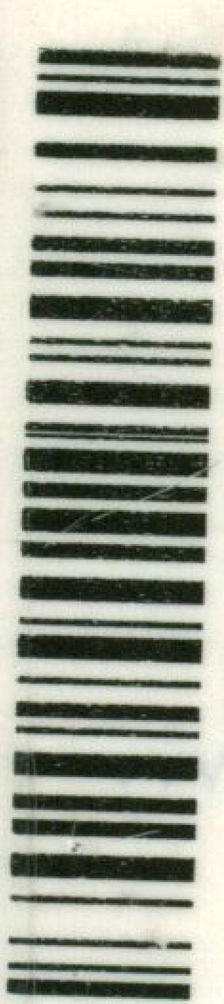












يطلب الكتاب من

الذاكرة
للنشر والتوزيع

العراق: بغداد - الأعظمية بجانب السفارة الهندية.

هاتف: ٤٢٥٩٩٨٧ / ٤٢٥٧٦٢٨ - نقال: ٠٧٨٠٠٧٤٠٧٢٨ / ١٨٨٧٨٠

الأردن: عمان - مركز الأردن التجاري - الطابق الثالث.

هاتف: ٥١٥٣٤٦٧ - ٦ - ٩٦٢+ - فاكس: ٥١٥٣٤٧٢ - ٦ - ٩٦٢+

بريد إلكتروني: www.althakerabookshop.com / info@althakerabookshop.com

ISBN 978-6589-09-819-0

